

534, 977

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Mai 2004 (27.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/044093 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C09K 19/46

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/012327

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. November 2003 (05.11.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 53 325.3 14. November 2002 (14.11.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): MERCK PATENT GMBH [DE/DE]; Frankfurter
Strasse 250, 64293 Darmstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HECKMEIER,
Michael [DE/DE]; Gutenbergstrasse 7, 69502 Hemsbach
(DE). CZANTA, Markus [DE/DE]; Albini-Strasse 9,
55116 Mainz (DE). GOETZ, Achim [DE/DE]; C. Mieren-
dorf Strasse 14, 64665 Alsbach-Hähnlein (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: MERCK PATENT GMBH;
Frankfurter Strasse 250, 64293 Darmstadt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: ELECTROOPTIC LIGHT CONTROL ELEMENT, ELECTROOPTIC DISPLAY AND CONTROL MEDIUM

(54) Bezeichnung: ELEKTROOPTISCHES LICHTSTEUERELEMENT, ELEKTROOPTISCHE ANZEIGE UND STEUERME-
DIUM

(57) Abstract: The invention relates to an electrooptic light control element, to electrooptic displays and display systems such as e.g. television screens and computer monitors, in addition to the control media used. The inventive light control elements contain a mesogenic control medium, which is present in an optically isotropic phase during the operation of the light control elements and are characterised not only by excellent contrast properties, a low viewing angle dependence and extremely short switching times but also by relatively low control voltages. The inventive control media are characterised by a high dielectric susceptibility in the optically isotropic phase, combined with a low clearing enthalpy and the occurrence of a blue phase. The dielectric susceptibility of the control medium is preferably 25 or more and the clearing enthalpy 1.50 J/g or less at a temperature of 4° above the clearing point or the conversion temperature (T(N*,BP)).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrooptisches Lichtsteuerelement, solche Elemente enthaltende elektrooptische Anzeigen und Anzeigesysteme wie beispielsweise Fernsehbildschirme und Computermonitore, sowie die verwendeten Steuermedien. Die erfindungsgemässen Lichtsteuerelemente enthalten ein mesogenes Steuermedium, das beim Betrieb der Lichtsteuerelemente in einer optisch isotropen Phase vorliegt und sind neben einem guten Kontrast, einer geringen Blickwinkelabhängigkeit und sehr kurze Schaltzeiten besonders durch relativ niedrige Ansteuerspannungen ausgezeichnet. Die erfindungsgemässen Steuermedien zeichnen sich durch eine Kombination einer grossen dielektrischen Suszeptibilität in der optisch isotropen Phase mit einer kleinen Klärenthalpie bzw. mit dem Auftreten einer Blauen Phase aus. Bei einer Temperatur von 4° oberhalb des Klärpunkts bzw. der Umwandlungstemperatur (T(N*,BP)) beträgt die dielektrische Suszeptibilität des Steuermediums bevorzugt 25 oder mehr und die Klärenthalpie 1,50 J/g oder weniger.

WO 2004/044093 A1

Rec'd 16 MAY 2005

Elektrooptisches Lichtsteuerelement, elektrooptische Anzeige und SteuermediumGebiet der Erfindung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft Lichtsteuerelemente, diese enthaltende Anzeigen, sowie Lichtsteuermedien. Die Lichtsteuerelemente verwenden bevorzugt Steuermedien die bei bestimmten Temperaturen anisotrope Eigenschaften aufweisen, wie z. B. Flüssigkristalle. Die Lichtsteuer-
10 elemente werden bei einer Temperatur betrieben, bei der die Steuermedien in einer optisch isotropen Phase, bevorzugt in der Blauen Phase oder in der isotropen Phase vorliegen. In einer bevorzugten Ausführungsform werden die Lichtsteuerelemente bei einer Temperatur betrieben, bei der die Steuermedien in der Blauen Phase vorliegen. Lichtsteuerelemente
15 die bei einer Temperatur betrieben werden, bei denen die Steuermedien in der isotropen Phase vorliegen, sind in DE 102 17 273.0 und DE 102 41 301.0 vom 04.09.2002 (einer weiteren bislang unveröffentlichten Patentanmeldungen der Anmelderin der vorliegenden Anmeldung) beschrieben.

20

Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrooptisches Lichtsteuerelement sowie solche Elemente enthaltende elektrooptische Anzeigen und Anzeigesysteme wie beispielsweise Fernsehbildschirme und Computer-
25 monitore, sowie die in den Lichtsteuerelementen verwendeten Steuermedien. Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten ein mesogenes Steuermedium, das beim Betrieb der Lichtsteuerelemente in einer optisch isotropen Phase vorliegt. Sie sind neben einem guten Kontrast und einer geringen Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts besonders durch sehr kurze Schaltzeiten bei gleichzeitig niedriger
30 Betriebsspannung ausgezeichnet.

Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung mesogene Medien und deren Verwendung als Steuermedien in derartigen Lichtsteuerelementen.

35

Aufgabe und Stand der Technik

Konventionelle elektrooptischen Flüssigkristallanzeigen sind allgemein bekannt. Sie werden bei einer Temperatur betrieben, bei der sich das Steuermedium in einer in der Regel anisotropen Mesophase befindet. Bei den meisten Anzeigetypen werden die Steuermedien in der nematischen Phase verwendet. In der anisotropen Mesophase haben die Steuermedien bereits anisotrope Eigenschaften, wie zum Beispiel eine Doppelbrechung (Δn). Diese wird nicht erst durch ein elektrisches Feld induziert. Am weitesten verbreitet sind TN- (Englisch: „twisted nematic“) und STN- (Englisch: „super twisted nematic“) Anzeigen. Die Flüssigkristallzellen dieser Anzeigen haben Elektroden auf den Substraten auf den beiden einander gegenüberliegenden Seiten des Flüssigkristallmediums. Somit ist das elektrische Feld im wesentlichen vertikal zur Flüssigkristallschicht. Insbesondere die zuerst genannten Anzeigen werden in Kombination mit einer TFT (Englisch: „thin film transistor“) Ansteuerung für Anzeigen mit großem Informationsgehalt und großer Auflösung verwendet. So zum Beispiel in „lap-top“ und „note-book“ Computern. Insbesondere bei „desk-top“ Computermonitoren werden in neuerer Zeit zunehmend Flüssigkristallanzeigen des IPS- (Englisch: „in-plane switching“, z. B. DE 40 00 451 und EP 0 588 568) oder alternativ des VAN- (Englisch: „vertically aligned nematic“) Typs verwendet. VAN-Anzeigen sind eine Variante der ECB- (Englisch: „electrically controlled birefringence“) Anzeigen. In einer modernen Variante, den MVA-Anzeigen (Englisch: „multi domain vertically aligned“), werden pro angesteuerter Elektrode mehrere Domänen stabilisiert und zusätzlich wird eine spezielle optische Kompensationsschicht verwendet. Diese Anzeigen verwenden, wie die bereits erwähnten TN-Anzeigen, ein zur Flüssigkristallschicht vertikales elektrisches Feld. Im Gegensatz hierzu verwenden IPS-Anzeigen in der Regel Elektroden auf nur einem Substrat, also an einer Seite der Flüssigkristallschicht, sind also durch eine wesentliche Komponente des elektrischen Felds parallel zur Flüssigkristallschicht gekennzeichnet.

Allen diesen konventionellen Anzeigen ist ein relativ langsames Schalten gemein, insbesondere ist dieses für die immer stärkere Verbreitung findenden TV- und Multi-Media-Anwendungen nicht ausreichend. Dieses

5 fällt insbesondere im Vergleich mit den nahezu ubiquitären Kathodenstrahlröhren auf. Ein weiterer Nachteil der bekannten, in Flüssigkristallanzeigen eingesetzten elektro-optischen Effekte ist die deutliche Blickwinkelabhängigkeit des erzielten Kontrasts. Diese ist in den meisten Fällen so groß, dass für Anzeigen im Direktsichtbetrieb Kompensationsschichten, typischerweise anisotrope Filme, mit zum Teil kompliziertem Aufbau, verwendet werden müssen.

10 In DE 102 17 273.0 werden Lichtsteuerelemente beschrieben, bei denen das mesogene Steuermedium bei der Betriebstemperatur in der isotropen Phase vorliegt. Diese Lichtsteuerelemente schalten besonders schnell und haben eine gute Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts. Allerdings sind die Ansteuerspannungen für viele Anwendungen zu hoch. Außerdem ist die Temperaturabhängigkeit der Ansteuerspannungen sehr groß. Somit
15 besteht der Bedarf nach verbesserten Lichtsteuerelementen insbesondere mit verringerter Ansteuerspannung.

20 In der unveröffentlichten Anmeldung DE 102 41 301.0 werden spezielle Elektrodenstrukturen vorgeschlagen, die zu einer signifikanten Verringerung der Betriebsspannungen führen. Allerdings bedingen diese Elektrodenstrukturen einen deutlich größeren Aufwand bei der Herstellung der Lichtsteuerelemente.

25 Eine Verringerung der zur Ansteuerung der elektrooptischen Schaltelemente benötigten Spannungen durch entsprechend optimierte Steuermedien erfordert jedoch, im Gegensatz zu den in DE 102 41 301.0 vorgeschlagenen Elektrodenstrukturen, keinen größeren Aufwand bei der Herstellung der Lichtsteuerelemente.

30 Der vorliegenden Erfindung lag somit die Aufgabe zugrunde, besonders schnell schaltende Lichtsteuerelemente mit guter Blickwinkelabhängigkeit und insbesondere mit niedrigen Ansteuerspannungen und einer geringen Temperaturabhängigkeit der Ansteuerspannung zu realisieren und die dafür nötigen Steuermedien bereitzustellen. Diese Lichtsteuerelemente
35 sollen eine möglichst geringe Schichtdicke der Steuermedien aufweisen um als Elemente von FPDs (Englisch: flat panel displays, also flachen

Anzeigen), wie zum Beispiel Flachbildschirmen für Computer, eingesetzt werden zu können. Ferner sollen sie mittels einer möglichst einfachen Elektrodenkonfiguration ansteuerbar sein und eine niedrige Betriebsspannung mit einer geringen Temperaturabhängigkeit aufweisen. Darüber hinaus sollen sie für die Anwendung in elektrooptischen Anzeigen einen guten Kontrast mit einer geringen Blickwinkelabhängigkeit haben.

Vorliegende Erfindung

Überraschender Weise wurde gefunden, dass, wie im Folgenden beschrieben, Lichtsteuerelemente die Steuermedien in einer optisch isotropen Phase verwenden, deutlich verbessert werden können und, dass insbesondere Lichtsteuerelemente mit deutlich verringerten charakteristischen Spannungen realisiert werden können.

Die elektrooptischen Lichtsteuerelemente gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen

- ein Substrat oder mehrere Substrate,
 - eine Elektrodenanordnung,
 - mindestens ein Element oder mehrere Elemente zur Polarisation des Lichts und
 - ein Steuermedium,
- und sind dadurch gekennzeichnet, dass
- das Lichtsteuerelement bei einer Temperatur betrieben wird, bei der das Steuermedium im nicht angesteuerten Zustand in einer optisch isotropen Phase vorliegt und dass
 - die Elektrodenanordnung ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente parallel zur Fläche des mesogenen Steuermediums erzeugen kann und, dass
 - das mesogene Steuermedium mindestens eine der folgenden Bedingungen (a) und (f) und im Fall, dass es nur die Bedingung (a) erfüllt, mindestens eine der folgenden Bedingungen (b) und (c) und im Fall, dass es von den Bedingungen (b) und (c) nur die Bedingung (c) erfüllt, mindestens eine der beiden weiteren folgenden Bedingungen (d) und (e) erfüllt, sowie im Fall, dass

es die Bedingung (f) erfüllt, optional auch die Bedingung (g) erfüllt

5

(a) das Steuermedium weist bei steigender Temperatur einen Übergang von der nematischen Phase oder von der cholesterischen Phase (Ch, hier chirale nematische Phase N* genannt) in die isotrope Phase ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$), also einen typischen Klärpunkt, auf und die dielektrische Suszeptibilität des Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb des Klärpunkts beträgt 25 oder mehr,

10

- (b) die Klärenthalpie des Steuermediums beträgt 0,78 J/g oder weniger oder

- (c) die Klärenthalpie des Steuermediums beträgt 1,50 J/g oder weniger und

15

- (d) die dielektrische Suszeptibilität des Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb des Klärpunkts beträgt 27 oder mehr, mit der Maßgabe, dass Lichtsteuerelemente enthaltend Steuermedien, die 8%, 10% oder 12% der Verbindung UVZG-3-N enthalten ausgeschlossen sind oder

20

- (e) die dielektrische Suszeptibilität des Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb des Klärpunkts beträgt 35,5 oder mehr mit der Maßgabe, dass Lichtsteuerelemente enthaltend Steuermedien mit einer der beiden folgenden Zusammensetzungen 1 und 2 (der Vergleichsbeispiele 3 und 4)

25

30

35

Zusammensetzung 1			Zusammensetzung 2		
Verbindung #	Abkürzung	Konz. / %	Verbindung #	Abkürzung	Konz. / %
1	UZU-3A-N	12,0	1	UM-3-N	10,0
2	UZU-5A-N	12,0	2	PYP-3N.F.F	15,0
3	GZU-3A-N	12,0	3	UZU-3A-N	12,0
4	GZU-4A-N	11,0	4	GZU-3A-N	12,0
5	GZU-4O-N	10,0	5	GZU-4-N	1,0
6	UVZG-3-N	10,0	6	GZU-4O-N	10,0

7	CUZU-2-N	10,0	7	UVZG-3-N	10,0
8	CUZU-3-N	10,0	8	CUZU-2-N	10,0
9	CUZU-4-N	10,0	9	CUZU-3-N	10,0
10	HP-5N.F	3,0	10	HP-3N.F	10,0

5

, worin die Abkürzungen für die Verbindungen die unten
gegebene Bedeutung haben, ausgeschlossen sind,

10

- (f) das Steuermedium weist bei steigender Temperatur bei einer Temperatur $T(N^*,BP)$ einen Übergang von der cholesterischen Phase in eine Blaue Phase (BP) auf und
- (g) die dielektrische Suszeptibilität des Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb dieser Übergangstemperatur ($T(N^*,BP)$) beträgt 25 oder mehr, bevorzugt 27 oder mehr, besonders bevorzugt 35,5 oder mehr.

15

Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung näher erläutert.

20

Neben der niedrigen Ansteuerspannung ist insbesondere der Kontrast dieser Anzeigen und seine Blickwinkelabhängigkeit hervorragend und die Schaltzeiten sind sehr kurz.

25

30

35

Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten bevorzugt ein mesogenes Medium, das bei Betriebstemperatur in einer optisch isotropen Phase vorliegt. Dieses Medium befindet sich zweckmäßiger Weise auf bzw. unter einem Substrat. Die optisch isotrope Phase kann die isotrope Phase oder eine homogene optisch isotrope Phase sein, wie eine Blaue Phase oder eine inhomogene optisch isotrope Phase sein. Die inhomogene optisch isotrope Phase kann aus einem System aus mesogenem Medium und einem Polymer bestehen. Dabei kann das mesogene Medium in dem Polymer in Form von Tröpfchen dispergiert sein (PDLC von Englisch „polymer dispersed liquid crystals“) oder in zusammenhängender Form vorliegen (PN von Englisch „polymer network“). Dabei ist die Größe der Abmessungen der charakteristischen Strukturen (Tröpfchendurchmesser bzw. Durchmesser der Netzfaser bzw. der Maschen) in der Größenordnung der Wellenlänge der verwendeten Lichts und bevorzugt kleiner als diese. Bevorzugt weist das Steuermedium

bei der Ansteuertemperatur oder mindestens bei einer der Ansteuer-
temperaturen eine Blaue Phase auf. In einer bevorzugten Ausführungs-
form ist diese Blaue Phase eine homogene Phase, enthält also kein festes
(z.B. polymeres) Material.

5

Bevorzugt wird ein Steuermedium mit einer homogenen Phase verwendet.

10

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung liegt
das Steuermedium des Lichtsteuerelements bei der Betriebstemperatur,
bzw. bei mindestens einer der Betriebstemperaturen in der isotropen
Phase vor.

15

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden
Erfindung liegt das Steuermedium des Lichtsteuerelements bei der
Betriebstemperatur, bzw. bei mindestens einer der Betriebstemperaturen
in einer Blauen Phase vor. In dieser Ausführungsform kann sich der
Betriebstemperaturbereich über die Blaue Phase und darüber hinaus oder
beim Auftreten mehrerer Blauer Phasen über deren Bereich und darüber
hinaus bis in die isotrope Phase erstrecken.

20

25

Flüssigkristalle mit entsprechend starker chiraler Verdrillung können eine
oder mehrere optisch isotrope Mesophasen aufweisen. Diese Phasen
erscheinen bei entsprechendem cholesterischen Pitch, in einer
ausreichend großen Schichtdicke leicht bläulich. Aus diesem Grund
werden sie als Blaue Phasen bezeichnet (Gray and Goodby, „Smectic
Liquid Crystals, Textures and Structures“, Leonhard Hill, USA, Canada
(1984)).

30

35

Die Effekte elektrischer Felder auf Flüssigkristalle, die in einer Blauen
Phase vorliegen, werden beispielsweise in H.S. Kitzerow, „The Effect of
Electric Fields on Blue Phases“, Mol. Cryst. Liq. Cryst, (1991), Bd. 202, S.
51-83 beschrieben. Dort werden auch die bislang identifizierten drei Arten
Blauer Phasen (BP I bis BP III) erwähnt, die in feldfreien Flüssigkristallen
beobachtet werden können. Es werden jedoch keine elektrooptischen
Anzeigen, die eine feldinduzierte Doppelbrechung ausnutzen,
beschrieben. Unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes können weitere

Blaue Phasen oder andere Phasen auftreten, die von den Blauen Phasen I, II und III verschieden sind.

5 Bevorzugt wird als Steuermedium des Lichtsteuerelements ein mesogenes Medium verwendet. Als mesogene Medien werden in der vorliegenden Anmeldung Medien bezeichnet, die eine Mesophase aufweisen, die in einer Mesophase löslich sind oder eine Mesophase induzieren. Die Mesophase ist eine smektische oder eine nematische Phase, bevorzugt eine nematische Phase.

10 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist das Ansteuermedium eine Blaue Phase oder mehrere Blaue Phasen auf. Bevorzugt erstreckt sich die Blaue Phase bzw. erstrecken sich die Blauen Phasen über einen Temperaturbereich ($\Delta T(BP)$) mit einer Breite von 5° oder mehr, bevorzugt von 10° , besonders bevorzugt von 20° oder mehr und ganz besonders bevorzugt von 30° oder mehr.

20 Bei Steuermedien die einen typischen Klärpunkt, also einen Übergang von der nematischen Phase oder der cholesterischen Phase in die isotrope Phase ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) aufweisen beträgt die optische Anisotropie des Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad unterhalb des Klärpunkts bevorzugt 0,080 oder mehr und das Steuermedium weist bevorzugt einen Klärpunkt im Bereich von -30°C bis 80°C , bevorzugt bis 55°C , auf.

25 Als bevorzugtes Medium zur Untersuchung der mesogenen Eigenschaften der Materialien die keine Mesophase aufweisen wird die nematische Mischung ZLI-4792 der Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland verwendet. Bevorzugt haben die mesogenen Materialien einen aus 10%-iger Lösung in dieser Mischung extrapolierten Klärpunkt ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) von
30 -100°C oder mehr, besonders bevorzugt von -50°C oder mehr und ganz besonders bevorzugt von -20°C oder mehr.

In der Regel befindet sich das Steuermedium zwischen zwei Substraten. Diese Ausführungsform ist bevorzugt. Wenn sich das Steuermedium
35 zwischen zwei Substraten befindet ist mindestens eines dieser Substrate lichtdurchlässig. Das lichtdurchlässige Substrat, bzw. die lichtdurch-

lässigen Substrate können z. B. aus Glas, Quarz oder Kunststoff bestehen. Wird ein Substrat verwendet, das nicht lichtdurchlässig ist, so kann dies unter anderem aus einem Metall oder einem Halbleiter bestehen. Diese Medien können als solche verwendet werden oder auf
5 einem Träger, z.B. einer Keramik, vorliegen. Ist das Steuermedium ein polymeres Medium, so kann gegebenenfalls auf die Verwendung eines zweiten Substrats verzichtet werden. Polymere Steuermedium können sogar selbsttragend ausgeführt werden. In diesem Fall wird gar kein Substrat benötigt.

10 Die Betriebstemperatur des Lichtsteuerelements liegt bevorzugt oberhalb der Übergangstemperatur des Steuermediums zur optisch isotropen Phase, in der Regel im Bereich von $0,1^\circ$ bis 50° oberhalb dieser Übergangstemperatur, bevorzugt im Bereich von $0,1^\circ$ bis 10° oberhalb
15 dieser Übergangstemperatur und besonders bevorzugt im Bereich von $0,1^\circ$ bis 5° oberhalb dieser Übergangstemperatur.

Bei Anlegen einer Spannung wird in dem mesogenen Medium in der optisch isotropen Phase eine Orientierung induziert welche zu einer
20 optischen Verzögerung führt, die auf bekannte Weise visualisiert werden kann. Bevorzugt wird ein inhomogenes elektrisches Feld angewendet.

Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten mindestens ein Element zur Polarisation des Lichts. Zusätzlich enthalten sie bevorzugt ein
25 weiteres optisches Element. Dieses weitere optische Element ist entweder ein zweites Element zur Polarisation des Lichts, ein Reflektor oder ein Transflektor.

Die optischen Elemente sind so angeordnet, dass das Licht beim Durchgang durch das mesogene Medium des Lichtsteuerelements sowohl vor
30 dem Eintritt in das mesogene Medium, als auch nach dem Austritt aus dem mesogenen Medium mindestens einmal mindestens ein polarisierendes Element durchläuft.

35 In einer bevorzugten Ausführungsform des Lichtsteuerelements gemäß der vorliegenden Erfindung befindet sich das mesogene Medium zwischen

zwei Polarisatoren, also einem Polarisator und einem Analysator. Bevorzugt werden zwei Linearpolarisatoren verwendet. In dieser Ausführungsform sind die Absorptionsachsen der Polarisatoren bevorzugt gekreuzt und bilden bevorzugt einen Winkel von 90°.

5

Optional enthält das erfindungsgemäße Lichtsteuerelement eine oder mehrere doppelbrechende Schichten. Bevorzugt enthält es eine $\lambda/4$ -Schicht oder mehrere $\lambda/4$ -Schichten, bevorzugt eine $\lambda/4$ -Schicht. Die optische Verzögerung der $\lambda/4$ -Schicht beträgt bevorzugt ca. 140 nm.

10

Die Schichtdicke (d) des mesogenen Steuermediums beträgt bevorzugt 0,1 μm bis 5.000 μm (i.e. 5 mm), besonders bevorzugt 0,5 μm bis 1.000 μm (i.e. 1 mm), besonders bevorzugt 1,0 μm bis 100 μm und ganz besonders bevorzugt 3,0 μm bis 30 μm und insbesondere 3,5 μm bis 20 μm . In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Schichtdicke des mesogenen Steuermediums bevorzugt 0,5 μm bis 50 μm ; besonders bevorzugt 1,0 μm bis 20 μm und ganz besonders bevorzugt 1,0 μm bis 8,0 μm .

15

20

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind auch elektrooptische Anzeigen, die ein oder mehrere erfindungsgemäße Lichtsteuerelemente enthalten. Bevorzugt werden diese elektrooptischen Anzeigen mittels einer aktiven Matrix angesteuert.

25

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind des weiteren elektrooptische Anzeigesysteme enthaltend eine oder mehrere erfindungsgemäße elektrooptische Anzeigen. Diese elektrooptische Anzeigesysteme werden bevorzugt zur Darstellung von Information, unter anderem, bevorzugt als Fernsehbildschirm oder als Computermonitor verwendet. Bei der darzustellenden Information handelt es sich bevorzugt um digitale Signale oder um Videosignale.

30

35

Das erfindungsgemäße Lichtsteuerelement kann zusätzlich ein oder mehrere weitere übliche optische Elemente wie doppelbrechende Schichten (z.B. Kompensationsschichten), Diffusorschichten, und Elemente zur Erhöhung der Helligkeit und/oder der Lichtausbeute

und/oder der Blickwinkelabhängigkeit enthalten, wobei diese Aufzählung nicht abschließend ist.

5 Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente sind durch einen guten Kontrast gekennzeichnet, der stark und nahezu überwiegend von den Eigenschaften der verwendeten Polarisatoren abhängt. Zum Vergleich mit herkömmlichen TN-Zellen werden hier TN-Zellen mit einer optischen Verzögerung von $0,50 \mu\text{m}$, positivem Kontrast und der Absorptionsachse der Polarisatoren senkrecht zu der Vorzugsorientierung der nematischen Flüssigkristalle am benachbarten Substrat, die nicht chirale Flüssigkristalle 10 enthalten, herangezogen. Werden bei den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen und bei diesen herkömmlichen TN-Zellen die gleichen Polarisatoren verwendet, ist der Kontrast der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente um 40% oder mehr größer als der der TN-Zellen.

15 Die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente ist sehr gut. Sie ist deutlich besser als die der bekannten ECB-Zellen. Sie ist eher vergleichbar mit der bei den kommerziell verfügbaren IPS-Anzeigen (z.B. von Hitachi und NEC, beide Japan) und MVA-Anzeigen (z.B. von Fujitsu, Japan) beobachteten Blickwinkelabhängigkeit. 20 Sie ist viel geringer als die der konventionellen TN-Anzeigen. So schließt eine Isokontrastkurve eines gegebenen Kontrastverhältnisses bei den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen in der Regel einen Winkelbereich ein, der mehr als doppelt so groß, oft sogar mehr als dreimal so groß ist wie der entsprechende Winkelbereich einer Isokontrastkurve für 25 das gleiche Kontrastverhältnis bei der TN-Anzeige.

Die Schaltzeiten der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente sind sehr klein. Sie liegen in der Regel bei Werten von 5 ms oder weniger, bevorzugt 30 bei 1 ms oder weniger, bevorzugt bei 0,5 ms oder weniger besonders bevorzugt bei 0,1 ms oder weniger.

Besonders vorteilhaft ist die Tatsache, dass beim Schalten zwischen verschiedenen Graustufen sowohl die Schaltzeit für das Ausschalten, als 35 auch, besonders überraschend, die für das Einschalten nahezu unabhängig von der verwendeten Ansteuerspannung sind. Dies stellt

einen wesentlichen Vorteil gegenüber herkömmlichen Lichtsteuer-
elementen wie Flüssigkristallzellen, z.B. TN-Zellen, dar.

5 Die elektrooptische Kennlinie wurde durch charakteristische Spannungen
charakterisiert. Hierzu wurden insbesondere die Spannungen verwendet,
bei denen 10%, 50% bzw. 90% relativer Kontrast erreicht wird. Diese
Spannungen (kurz V_{10} , V_{50} und V_{90}) werden auch als Schwellen-, Mittgrau-
bzw. Sättigungsspannung bezeichnet. Zusätzlich wurde in der Regel die
10 Spannung bei der 70% relativer Kontrast erreicht wird (V_{70}), bestimmt.

10 Elektrooptische Anzeigen gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten ein
oder mehrere erfindungsgemäße Lichtsteuerelemente. Diese werden in
einer bevorzugten Ausführungsform mittels einer Aktiven Matrix
angesteuert.

15 In einer anderen bevorzugten Ausführungsform werden die erfindungs-
gemäßen Lichtsteuerelemente im sogenannten „field sequential mode“
angesteuert. Hierbei werden die Schaltelemente synchron zur An-
steuerung nacheinander mit verschieden farbigem Licht beleuchtet. Zur
20 Erzeugung des gepulsten farbigen Lichts können beispielsweise ein
Farbrad („color wheel“), Stroboskoplampen oder Blitzlampen eingesetzt
werden.

25 Elektrooptische Anzeigen gemäß der vorliegenden Erfindung können,
insbesondere wenn sie für Fernsehbildschirme, Computermonitore oder
ähnliches verwendet werden, zur Darstellung farbiger Bilder einen Farb-
filter enthalten. Dieser Farbfilter besteht zweckmäßiger Weise aus einem
Mosaik von Filterelementen verschiedener Farben. Hierbei ist typischer
Weise jedem elektro-optischen Schaltelement ein Element des Farbfilter-
30 mosaiks einer Farbe zugeordnet.

Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten eine Elektroden-
struktur die ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente
parallel zur Schicht des mesogenen Mediums erzeugt. Diese Elektroden-
35 struktur kann in der Form von interdigitalen Elektroden ausgeführt sein. Sie
kann in Form von Kämmen oder Leitern ausgeführt sein. Auch Aus-

- fürungen in Form von überlagerten „H“s und doppel-„T“s bzw. „I“s sind vorteilhaft. Die Elektrodenstruktur befindet sich vorteilhaft auf nur einer Seite des mesogenen Mediums, bei Verwendung mindestens eines Substrats bevorzugt zwischen diesem und dem mesogenen Medium.
- 5 Bevorzugt liegt die Elektrodenstruktur in mindestens zwei unterschiedlichen Ebenen, die sich beide auf einer Seite des mesogenen Steuermediums befinden, vor, dies gilt insbesondere wenn die Elektrodenstruktur überlappende Teilstrukturen enthält. Diese Teilstrukturen werden vorteilhafter Weise durch eine dielektrische Schicht voneinander getrennt.
- 10 Wenn sich die Teilstrukturen auf den gegenüberliegenden Seiten einer Isolationsschicht befinden kann ein „lay out“ gewählt werden, das die Realisierung von Kondensatoren erlaubt. Dies ist insbesondere bei der Ansteuerung von Anzeigen mittels einer Aktiven Matrix vorteilhaft. Derartige Aktiv Matrix Anzeigen verwenden eine Matrix von den einzelnen
- 15 Lichtsteuerelementen zugeordneten Ansteuerelementen mit einer nicht-linearen Strom-Spannungs-Kennlinie, wie z. B. TFTs oder MIM- (Englisch: metal insulator metal) Dioden.
- Ein wesentlicher Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht in der
- 20 Ausgestaltung der Elektrodenstruktur der erfindungsgemäßen elektro-optischen Schaltelemente. Hierbei sind verschiedene Ausführungsformen möglich. Im folgenden werden die bevorzugten Ausführungsformen den Elektroden der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente gegebenenfalls unter Hinzuziehung der entsprechenden Abbildungen beschrieben.
- 25 Der Aufbau von Lichtsteuerelementen mit einem mesogenen Steuermaterial ist im Prinzip in DE 102 172 73.0 beschrieben. Hier wird er kurz anhand der Abbildung 1 verdeutlicht.
- 30 Die Abbildung zeigt schematisch im Querschnitt den Aufbau eines Schaltelements oder eines Teils eines Schaltelements nach DE 102 172 73.0. Zwischen den inneren Oberflächen der Substrate (1) und (1') befindet sich das Steuermedium (2). Auf der inneren Oberfläche des einen Substrats (1) befinden sich die beiden Elektroden (3) und (4) der
- 35 Elektrodenstruktur, die mit voneinander verschiedenen Potentialen beaufschlagt werden können. „Vop“ bezeichnet die Spannungs-, Ladungs-

bzw. Stromquelle. Die von Vop ausgehenden Linien symbolisieren die elektrischen Zuleitungen zu den Elektroden.

5 Die Elektroden können aus durchsichtigem Material bestehen, wie z. B. Indiumzinnoxid (ITO). In diesem Fall kann es vorteilhaft und gegebenenfalls nötig sein einen Teil oder Teile des Lichtsteuerelements mittels einer schwarzen Maske abzudecken. Dies erlaubt Bereiche in denen das elektrische Feld nicht effektiv ist abzuschirmen und so den Kontrast zu verbessern. Die Elektroden können aber auch aus undurchsichtigem
10 Material bestehen, üblicherweise aus Metall, z.B. aus Chrom, Aluminium, Kupfer, Silber oder Gold, bevorzugt aus Chrom. In diesem Fall kann der Einsatz einer separaten schwarzen Maske gegebenenfalls entfallen.

15 Das verwendete elektrische Feld ist bevorzugt ein inhomogenes Feld.

Es wurde gefunden, dass der seitliche Abstand der Elektroden, die mit verschiedenem Potential beaufschlagt werden können, voneinander einen starken Einfluß auf die charakteristischen Spannungen der Lichtsteuerelemente hat. Mit abnehmendem Abstand nimmt die benötigte Ansteuer-
20 spannung ab. Wenn der Abstand jedoch kleiner wird, wird auch das Öffnungsverhältnis des Lichtsteuerelements kleiner und die Helligkeit nimmt ab. Bevorzugt haben die Elektroden einen Abstand voneinander der im Bereich von 0,5 µm bis 100 µm, bevorzugt im Bereich von 1 µm bis 20 µm, besonders bevorzugt im Bereich von 1 µm bis 15 µm, ganz
25 besonders bevorzugt im Bereich von 2 µm bis 12 µm und am meisten bevorzugt im Bereich von 3 µm bis 11 µm liegt. Bevorzugt beträgt der Abstand der Elektroden zueinander 19 µm oder weniger, besonders bevorzugt 15 µm oder weniger, ganz besonders bevorzugt 10 µm oder weniger und insbesondere bevorzugt 9 µm oder weniger.

30 Die Breite der Elektroden in der Richtung zu den Nachbarelektroden, die mit verschiedenem Potential beaufschlagt werden können, ist weniger kritisch als der Abstand der Elektroden in dieser Richtung. Er hat nahezu keinen Einfluß auf die charakteristischen Spannungen der Lichtsteuerelemente. Mit zunehmender Breite der Elektroden wird jedoch das
35 Öffnungsverhältnis des Lichtsteuerelements kleiner und die Helligkeit

nimmt ab, insbesondere wenn die Elektroden aus lichtundurchlässigem Material bestehen. Mit abnehmender Breite der Elektroden nimmt dagegen ihr elektrischer Widerstand zu. Bevorzugt haben die Elektroden eine Breite die im Bereich von $0,5\text{ }\mu\text{m}$ bis $30\text{ }\mu\text{m}$, bevorzugt im Bereich von $0,5\text{ }\mu\text{m}$ bis $20\text{ }\mu\text{m}$, besonders bevorzugt im Bereich von $0,7\text{ }\mu\text{m}$ bis $19\text{ }\mu\text{m}$, ganz besonders bevorzugt im Bereich von $1\text{ }\mu\text{m}$ bis $9\text{ }\mu\text{m}$ und am meisten bevorzugt im Bereich von $1,5\text{ }\mu\text{m}$ bis $6\text{ }\mu\text{m}$ liegt.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weisen die mesogenen Medien eine nematische Phase oder eine cholesterische auf. Es können jedoch auch Medien verwendet werden, bei denen der Temperaturbereich der nematischen Phase bzw. cholesterischen Phase so schmal ist, dass praktisch ein Übergang von der kristallinen Phase oder von der smektischen Phase in die optisch isotrope Phase erfolgt. Diese optisch isotrope Phase ist bevorzugt eine Blaue Phase, kann aber auch die isotrope Phase sein. In einigen Ausführungsformen ist der Temperaturbereich der Blauen Phase relativ eng und erstreckt sich nur über einige Grad oder weniger.

Der Klärpunkt der Steuermedien, die einen Übergang von der nematischen Phase oder der cholesterischen Phase in die isotrope Phase aufweisen ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$), sowie die Umwandlungstemperatur ($T(N^*,BP)$) der Medien die eine Blaue Phase aufweisen, liegt bevorzugt im Bereich von -20°C , bevorzugt -30°C bis 80°C , bevorzugt bis 60°C , besonders bevorzugt im Bereich von 0°C bis 60°C , bevorzugt bis 55°C und ganz besonders bevorzugt im Bereich von 20°C bis 60°C , bevorzugt bis 50°C . Bei Anzeigen mit Hintergrundbeleuchtung liegt der Klärpunkt bzw. die Umwandlungstemperatur bevorzugt im Bereich von 10°C bis 70°C und besonders bevorzugt im Bereich von 30°C bis 50°C .

In der Ausführungsform, bei der die Steuermedien einen typischen Klärpunkt ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) aufweisen, ist die nematische Phase bevorzugt stabil zu tiefen Temperaturen von bis -10°C , besonders bevorzugt bis -30°C und ganz besonders bevorzugt bis -40°C . Gemäß den der vorliegenden Anmeldung zugrunde liegenden Untersuchungen, weisen die Steuermedien in dieser Ausführungsform eine

möglichst niedrige Klärenthalpie, also eine Enthalpie (ΔH) beim Übergang aus der Mesophase, bevorzugt aus der nematischen oder der cholesterischen Phase, in die isotrope Phase, auf. Bevorzugt beträgt die Klärenthalpie 1,50 J/g oder weniger, besonders bevorzugt 1,00 J/g oder weniger und ganz besonders bevorzugt 0,80 J/g oder weniger.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weisen die Steuermedien eine Klärenthalpie von weniger als 0,90 J/g, bevorzugt von 0,78 J/g oder weniger, besonders bevorzugt von 0,70 J/g oder weniger und ganz besonders bevorzugt von 0,60 J/g oder weniger und insbesondere von 0,55 J/g oder weniger auf.

Des weiteren haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung gefunden, dass die Steuermedien in dieser Ausführungsform, bei der die Steuermedien einen typischen Klärpunkt ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) aufweisen, eine möglichst große dielektrische Suszeptibilität (ϵ auch ϵ_{av} genannt) aufweisen sollten. Bei einer Temperatur von 4° oberhalb des Klärpunkts des Mediums beträgt die dielektrische Suszeptibilität 25 oder mehr, bevorzugt 27 oder mehr, bevorzugt 35,5 oder mehr, bevorzugt 36 oder mehr, besonders bevorzugt 40 oder mehr und ganz besonders bevorzugt 55 oder mehr, oder 60 oder mehr.

Die optische Anisotropie des Mediums bei einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts des Mediums beträgt bei dieser bevorzugten Ausführungsform, bei der die Steuermedien einen typischen Klärpunkt ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) aufweisen, bevorzugt 0,080 oder mehr, besonders bevorzugt 0,090 oder mehr und ganz besonders bevorzugt 0,100 oder mehr.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform dieser bevorzugten Ausführungsform, bei der die Steuermedien einen typischen Klärpunkt ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) aufweisen, weisen die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung in der nematischen Phase bei einer Temperatur von 4 Grad unter dem Klärpunkt bevorzugt eine Doppelbrechung (Δn) von 0,150 oder mehr und besonders bevorzugt von 0,200 oder mehr auf.

Der Wert der Doppelbrechung ist für die erfindungsgemäße Anwendung so gut wie unbegrenzt. Praktisch ist er jedoch bei dieser bevorzugten Aus-

5 führungsförm, bei der die Steuermedien einen typischen Klärpunkt ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) aufweisen, in der Regel 0,500 oder kleiner und meist 0,450 oder kleiner. Der Wert der Doppelbrechung der erfindungsgemäßen Medien wird hier in der nematischen Phase bei einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts gemessen.

10 Ist das Medium bei dieser Temperatur nicht stabil nematisch oder zumindest bis zu dieser Temperatur in der nematischen Phase unterkühlbar, so wird, ebenso wie bei Einzelsubstanzen und Vormischungen, die Doppelbrechung einer Mischung aus dem Medium und der nematischen Mischung ZLI-4792 der Merck KGaA bei 20°C bestimmt und aus der Änderung gegenüber der Mischung ZLI-4792 auf den Wert des reinen Mediums extrapoliert. Es werden 10% des Mediums und 90% der Mischung ZLI-4792 verwendet. Wenn die Löslichkeit des Mediums nicht 15 ausreicht, wird auf eine Konzentration von 5% ausgewichen und falls die Löslichkeit dann immer noch nicht ausreicht, wird als Wirtsmischung die nematische Mischung MLC-6828 verwendet, wie unten weiter beschrieben, und nötigenfalls auch hier die Konzentration von 10% auf 5% verringert. Das Verfahren der Extrapolation der Werte aus der Wirtsmischung wird für alle entsprechenden Eigenschaften der Medien verwendet, sofern diese bei der entsprechenden Temperatur nicht in der 20 nematischen Phase untersucht werden können.

25 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Steuermedium eine Blaue Phase auf, d.h. mit steigender Temperatur geht das Medium aus der nematischen Phase, einer smektischen Phase oder der kristallinen Phase in eine Blaue Phase über. Das Medium kann mit steigender Temperatur mehrere Blaue Phase aufweise. Mit weiter steigender Temperatur geht das Medium bei einer Übergangstemperatur ($T(BP,I)$) in 30 die isotrope Phase über.

In dieser Ausführungsform liegt die Übergangstemperatur ($T(BP,I)$) bevorzugt im Bereich von -20°C, bevorzugt -30°C bis 80°C, bevorzugt bis 60°C, besonders bevorzugt im Bereich von 0°C bis 60°C, bevorzugt bis 35 55°C und ganz besonders bevorzugt im Bereich von 20°C bis 60°C, bevorzugt bis 50°C. Bei Anzeigen mit Hintergrundbeleuchtung liegt der

Klärpunkt bevorzugt im Bereich von 10°C bis 70°C und besonders bevorzugt im Bereich von 30°C bis 50°C.

5 In dieser Ausführungsform beträgt die dielektrische Suszeptibilität (ϵ) des Steuermediums bei einer Temperatur von 4° oberhalb der Übergangstemperatur ($T(BP,l)$) des Mediums 25 oder mehr, bevorzugt 27 oder mehr, bevorzugt 35,5 oder mehr, bevorzugt 36 oder mehr, besonders bevorzugt 40 oder mehr und ganz besonders bevorzugt 55 oder mehr, oder 60 oder mehr.

10 Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung weisen bevorzugt ein Dipolmoment von 4 Debye oder mehr, besonders bevorzugt von 6 Debye oder mehr und besonders bevorzugt von 8 Debye oder mehr auf.

15 Für die Lichtsteuerelemente gemäß der vorliegenden Erfindung können sowohl mesogene Steuermedien verwendet werden, die in der Mesophase eine positive dielektrische Anisotropie ($\Delta\epsilon$) aufweisen, als auch solche die eine negative dielektrische Anisotropie aufweisen. Bevorzugt werden mesogene Steuermedien verwendet, die in der anisotropen Mesophase,
20 bevorzugt in der nematischen Phase, eine positive dielektrische Anisotropie ($\Delta\epsilon$) aufweisen.

25 Wenn die mesogenen Steuermedien eine positive dielektrische Anisotropie haben, hat diese bei den Steuermedien die einen Übergang von der nematischen Phase oder von der cholesterischen Phase in die isotrope Phase aufweisen bei 1 kHz und einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts, bevorzugt in der nematischen Phase, einen Wert von bevorzugt 15 oder mehr, besonders bevorzugt 30 oder mehr und ganz besonders bevorzugt 45 oder mehr. Weist das Medium keine nematische Phase
30 auf, oder liegt es bei einer Temperatur von 4° unterhalb des Übergangs in die isotrope Phase nicht in der nematischen Phase vor, so wird seine dielektrische Anisotropie, wie die Doppelbrechung, durch Extrapolation der Werte einer entsprechenden Wirtsmischung ermittelt.

35 Wenn die mesogenen Steuermedien eine negative dielektrische Anisotropie haben, hat diese bei den Steuermedien die einen Übergang von der

- 5 nematischen Phase oder von der cholesterischen Phase in die isotrope Phase aufweisen bei 1 kHz und einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts, bevorzugt in der nematischen Phase, einen Wert von bevorzugt -5 oder weniger, besonders bevorzugt -7 oder weniger und ganz besonders bevorzugt -10 oder weniger. Für dielektrisch negative Steuermedien wird, sofern nötig, die nematische Mischung ZLI-3086 der Merck KGaA als Wirtsmischung verwendet, wie für dielektrisch negative Verbindungen.
- 10 Die entsprechenden Grenzen für $\Delta\epsilon$ gelten auch für die Medien die einen Übergang $T(N^*,BP)$ aufweisen. Sie beziehen sich dann auf die Temperatur von 4°C unterhalb dieser Temperatur.
- 15 Besonders bevorzugt sind Steuermedien mit einer positiven dielektrischen Anisotropie.
- 20 Bevorzugt weisen die erfindungsgemäßen Steuermedien in den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen bei einer Temperatur von 2 Grad oberhalb des Klärpunkts ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) bzw. der Übergangstemperatur ($T(N^*,BP)$) eine charakteristische Spannung V_{70} im Bereich von 5 V bis 150 V, bevorzugt von 15 V bis 110 V, besonders bevorzugt von 20 V bis 90 V und ganz besonders bevorzugt von 30 V bis 80 V auf. Besonders bevorzugt haben die erfindungsgemäßen Steuermedien in den
- 25 erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen bei einer Temperatur von 2 Grad oberhalb des Klärpunkts bzw. der Übergangstemperatur eine charakteristische Spannung von 105 V oder weniger, bevorzugt von 95 V oder weniger, besonders bevorzugt von 75 V oder weniger und ganz besonders bevorzugt von 65 V oder weniger.
- 30 Bevorzugt weisen die erfindungsgemäßen Steuermedien in den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen eine geringe Temperaturabhängigkeit der charakteristische Spannung V_{70} bei einer Temperatur von 2 Grad oberhalb des Klärpunkts ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) bzw. der Übergangstemperatur ($T(N^*,BP)$), also $dV/dT(T(N,I)+2^\circ)$ bzw.
- 35 $dV/dT(T(N^*,I)+2^\circ)$ bzw. $dV/dT(T(N^*,BP)+2^\circ)$, über einen Temperaturbereich von einem Grad unterhalb bis einem Grad oberhalb der ge-

5 benen Temperatur im Bereich von 1 V/° bis 20 V/°, bevorzugt von 1 V/° bis 15 V/°, besonders bevorzugt von 2 V/° bis 10 V/° und ganz besonders bevorzugt von 2 V/° bis 7 V/° auf. Dies gilt besonders für die Medien, die einen Übergang von der nematischen oder cholesterischen Phase in die isotrope Phase aufweisen.

10 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weisen die erfindungsgemäßen Steuermedien in den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen eine noch geringe Temperaturabhängigkeit der charakteristische Spannung V_{70} bei einer Temperatur von 2 Grad oberhalb des Klärpunkts ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) bzw. der Übergangstemperatur ($T(N^*,BP)$), also $dV/dT(T(N,I)+2^\circ)$ bzw. $dV/dT(T(N^*,I)+2^\circ)$ bzw. $dV/dT(T(N^*,BP)+2^\circ)$, über einen Temperaturbereich von einem Grad unterhalb bis einem Grad oberhalb der gegebenen Temperatur auf. Diese
15 liegt im Bereich von 0 V/° bis 5 V/°, bevorzugt von 0 V/° bis 3 V/°, besonders bevorzugt von 0 V/° bis 1 V/° und ganz besonders bevorzugt von 0,1 V/° bis 0,8 V/° auf. Dies gilt besonders für die Medien, die einen Übergang von der cholesterischen Phase in die Blaue Phase aufweisen.

20 Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung bestehen bevorzugt aus zwei bis 40 Verbindungen, besonders bevorzugt aus fünf bis 30 Verbindungen und ganz besonders bevorzugt aus sieben bis 25 Verbindungen.

25 Die erfindungsgemäßen mesogenen Medien mit positiver dielektrischer Anisotropie gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten bevorzugt

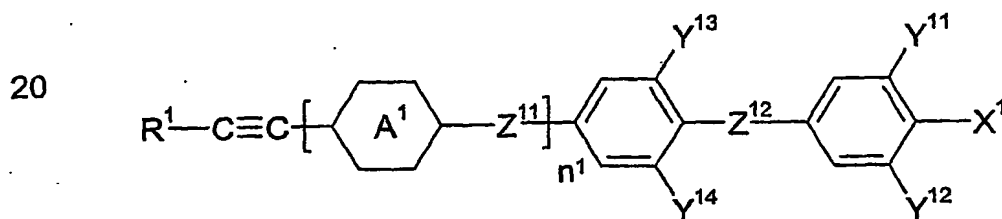
- 30 - eine Komponente A bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer sehr stark positiven dielektrischen Anisotropie von 30 oder mehr,
- optional eine Komponente B bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer stark positiven dielektrischen Anisotropie von 10 bis < 30,

35

- 21 -

- optional eine Komponente C bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer moderat positiven dielektrischen Anisotropie von $>1,5$ bis <10 ,
- 5 - optional eine Komponente D bestehend aus einer oder mehreren dielektrisch neutralen Verbindungen mit einer dielektrischen Anisotropie im Bereich von $-1,5$ bis $+1,5$ und
- 10 - gegebenenfalls optional eine Komponente E bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer negativen dielektrischen Anisotropie von weniger als $-1,5$.

Die Komponente A dieser Medien enthält bevorzugt eine oder mehrere Verbindungen der Formel I und besteht besonders bevorzugt überwiegend und ganz besonders bevorzugt nahezu vollständig aus einer oder mehreren Verbindungen ausgewählt aus den Verbindungen der Formeln I und II,



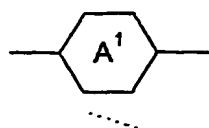
25 worin

R^1 Alkyl mit 1 bis 7 C-Atomen oder Oxaalkyl mit 2 bis 7 C-Atomen, jeweils bevorzugt mit 2 bis 5 C-Atomen, bevorzugt Alkyl,

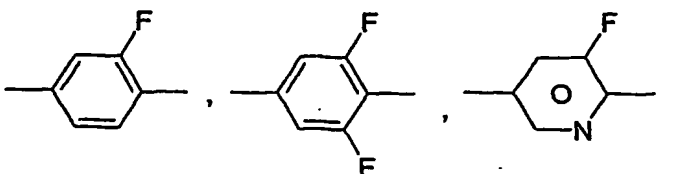
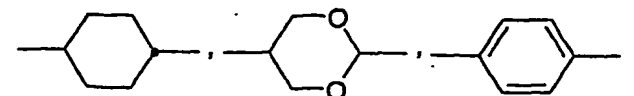
30

35

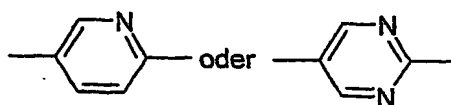
- 22 -



5



10

 Z^{11} und Z^{12}

15

jeweils voneinander unabhängig, eine Einfachbindung, -CO-O-, trans -CH=CH-, -CH=CF-, -CF=CH-, -CF=CF-, -CH=CH-CO-O-, -CF=CF-CO-O-, -CF=CH-CO-O-, -CH=CF-CO-O-, -CF₂-O-, -O-CF₂- oder -C≡C- oder eine Kombination von zwei oder mehreren dieser Gruppen, bevorzugt mindestens eine dieser Gruppen -COO- oder -CF₂-O-,

20

 X^1

F, Cl, NO₂, -OCF₃, -CF₃, -OCF₂H, Cl, CN, -C≡C-CN oder NCS, bevorzugt CN, -CF₃, -C≡C-CN oder NCS, besonders bevorzugt CN oder -CF₃,

25

Y^{11} , Y^{12} , Y^{13} und Y^{14} , jeweils unabhängig voneinander, H oder F und

 n^1

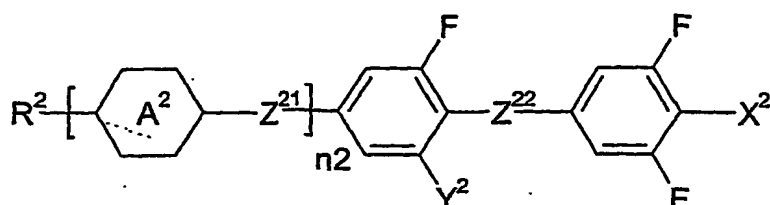
0 oder 1, bevorzugt 0 bedeuten,

30

wobei die Verbindungen der Formel I bevorzugt drei oder mehr, besonders bevorzugt vier oder mehr Fluoratome an den Phenylringen tragen, bevorzugt jedoch je Phenylring nicht mehr als zwei F-Atome, besonders bevorzugt bedeuten Y^{11} , Y^{12} und Y^{13} F und bevorzugt bedeutet Z^{12} -COO-

35

- 23 -



II

5

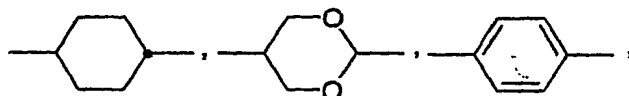
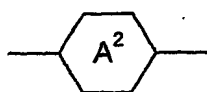
worin

 R^2

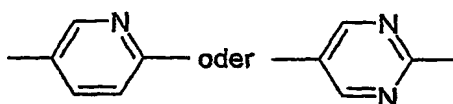
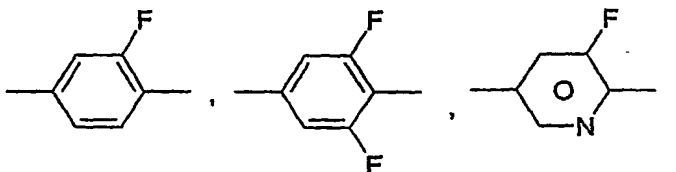
10

Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 7 C-Atomen, Alkenyl, Alkenyloxy oder Oxaalkyl mit 2 bis 7 C-Atomen, bevorzugt Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 5 C-Atomen oder Alkenyl mit 2 bis 5 C-Atomen, bevorzugt Alkyl oder Alkoxy,

15



20



25

 Z^{21} und Z^{22}

30

jeweils voneinander unabhängig, eine Einfachbindung, -CO-O-, trans -CH=CH-, -CH=CF-, -CF=CH-, -CF=CF-, -CH=CH-CO-O-, -CF=CF-CO-O-, -CF=CH-CO-O-, -CH=CF-CO-O-, -CF₂-O-, -O-CF₂- oder -C≡C- oder eine Kombination von zwei oder mehreren dieser Gruppen, bevorzugt mindestens eine dieser Gruppen -COO- oder -CF₂-O-,

 X^2

35

F, Cl, NO₂, -OCF₃, -CF₃, -OCF₂H, Cl, CN, -C≡C-CN oder NCS, bevorzugt CN, -CF₃, -C≡C-CN oder NCS, besonders bevorzugt CN,

- 24 -

γ^2 H oder F und

n^2 0 oder 1 bedeuten.

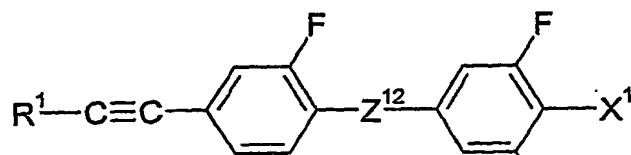
5

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Anmeldung
enthalten die Medien eine oder mehrere Verbindungen der Formel I und
bestehen bevorzugt überwiegend und besonders bevorzugt nahezu
vollständig aus einer oder mehreren Verbindungen der Formel I

10

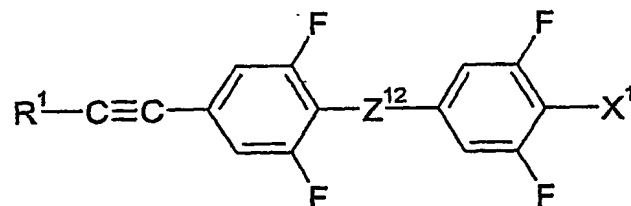
Bevorzugt werden die Verbindungen der Formel I ausgewählt aus der
Gruppe der Verbindungen I-1 und I-2

15



I-1

20



I-2

25

worin die Parameter die oben unter Formel I gegebene Bedeutung haben
und bevorzugt

R^1 Alkyl mit 1 bis 7, bevorzugt mit 1 bis 5, bevorzugt bis 3
C-Atomen,

30

Z^{12} -COO- oder -CF₂-O- und

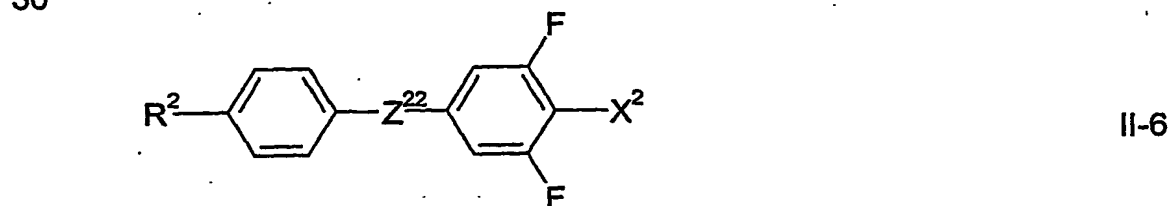
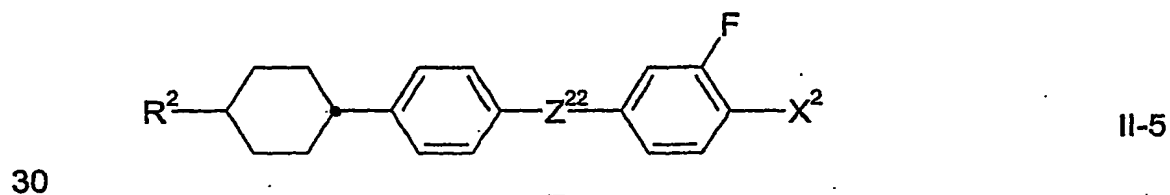
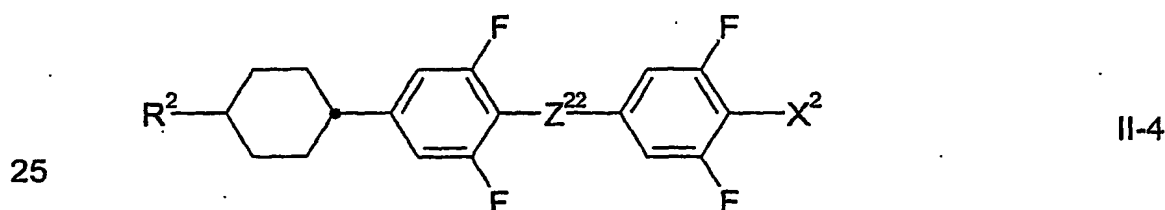
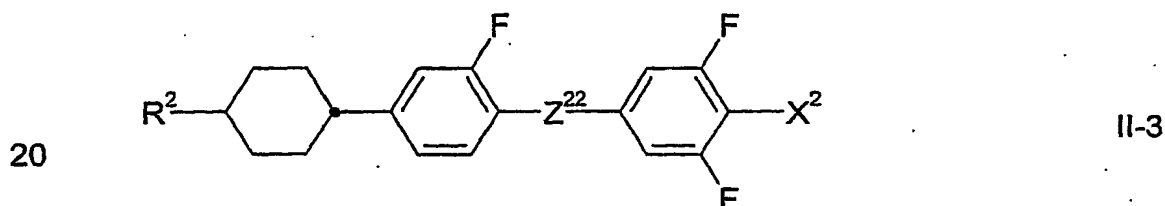
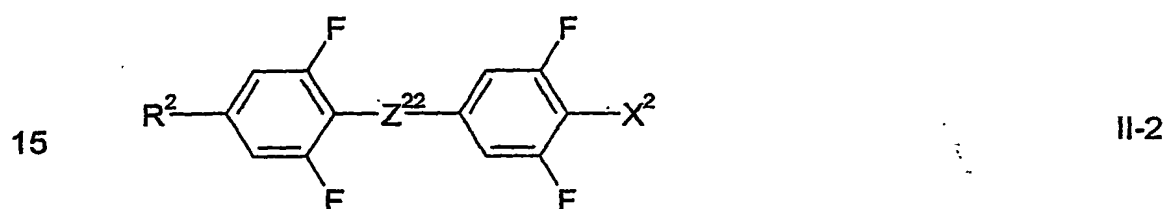
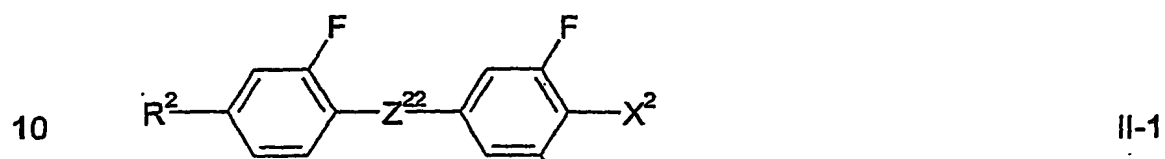
X^1 CN, -CF₃ oder NCS, bevorzugt CN oder -CF₃

bedeuten.

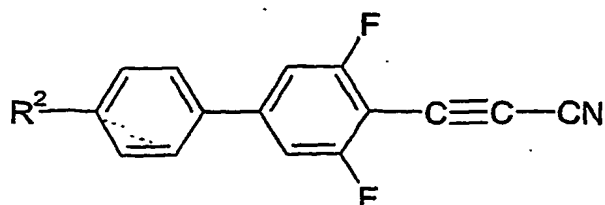
35

Besonders bevorzugt enthalten die erfindungsgemäßen Medien eine oder mehrere Verbindungen der Formel I, bevorzugt der Formel I-1 und/oder der Formel I-2, worin X^1 CF_3 bedeutet.

5 Bevorzugt werden die Verbindungen der Formel II ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II-1 bis II-7



- 26 -



II-7

5

worin die Parameter die oben unter Formel II gegebene Bedeutung haben und bevorzugt

10

R^2 Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 7 C-Atomen, Alkenyl, Alkenyloxy oder Oxaalkyl mit 2 bis 7 C-Atomen, bevorzugt Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 5 C-Atomen,

15

Z^{22} eine Einfachbindung, -CO-O- oder -CF₂-O- bevorzugt -COO- oder -CF₂-O-, bei Formel II-6 auch, besonders bevorzugt, -C≡C- und

20

X^2 CN, oder CF₃, bevorzugt CF₃, bei Formel II-6 besonders bevorzugt CN, oder CF₃, bevorzugt CN

bedeuten.

25

Bevorzugt enthalten die erfindungsgemäßen Medien eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II1 bis II-5, bevorzugt Verbindungen worin Z^{22} -CO-O- bedeutet.

30

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält die Komponente A der erfindungsgemäßen Medien bevorzugt eine oder mehrere Verbindungen der Formel II und besteht besonders bevorzugt überwiegend und ganz besonders bevorzugt nahezu vollständig aus einer oder mehreren Verbindungen der Formel II.

35

Für die Lichtsteuerelemente gemäß der vorliegenden Erfindung können sowohl mesogene Steuermedien verwendet werden, die in der Mesophase, bevorzugt in der nematischen Phase, eine positive

5 dielektrische Anisotropie ($\Delta\epsilon$) aufweisen, als auch solche die eine negative dielektrische Anisotropie aufweisen. Bevorzugt werden mesogene Steuermedien verwendet, die in der Mesophase eine positive dielektrische Anisotropie ($\Delta\epsilon$) aufweisen. Wenn die mesogenen Steuermedien eine positive dielektrische Anisotropie haben, hat diese bei den Steuermedien, die einen Übergang von der nematischen Phase oder von der cholesterischen Phase in die isotrope Phase aufweisen, bei 1 kHz und einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts bzw. unterhalb $T(N^*,BP)$, bevorzugt in der nematischen Phase, bevorzugt einen Wert von 10 40 oder mehr.

15 Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung mit positiver dielektrischer Anisotropie bestehen besonders bevorzugt überwiegend und ganz besonders bevorzugt nahezu vollständig aus der Komponente A.

20 In einer bevorzugten Ausführungsform enthalten die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung mit positiver dielektrischer Anisotropie eine oder mehrere Komponenten ausgewählt aus der Gruppe der Komponenten B bis D, bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe der Komponenten B und D, besonders bevorzugt der Komponente B.

Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung mit positiver dielektrischer Anisotropie enthalten bevorzugt

- 25
- 5% bis 80%, bevorzugt 10% bis 60%, besonders bevorzugt 18% bis 43% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel I,
 - 5% bis 95%, bevorzugt 15% bis 80%, besonders bevorzugt 40% bis 70% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II und
 - 0% bis 30% bevorzugt 0% bis 15%, besonders bevorzugt 0% bis 10% einer oder mehrerer weiterer Verbindungen.
- 30

Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung mit positiver dielektrischer Anisotropie enthalten bevorzugt

- 3% bis 45%, bevorzugt 5% bis 40%, besonders bevorzugt 10% bis 35% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel I-1 und/oder
- 5 - 2% bis 35%, bevorzugt 4% bis 30%, besonders bevorzugt 5% bis 30% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel I-1 und/oder
- 0 bis 30%, bevorzugt 2% bis 25%, besonders bevorzugt 5% bis 20% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II-1 und/oder
- 10 - 0 bis 30%, bevorzugt 2% bis 25%, besonders bevorzugt 5% bis 20% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II-2 und/oder
- 5% bis 70%, bevorzugt 15% bis 65%, besonders bevorzugt 20% bis 60% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II-3 und/oder II-4, bevorzugt II-4 und/oder
- 15 - 0% bis 20% bevorzugt 0% bis 15%, besonders bevorzugt 3% bis 12% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II-5 und/oder
- 0% bis 30% bevorzugt 0% bis 20%, besonders bevorzugt 3% bis 15% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II-6 und/oder
- 20 - 0% bis 35% bevorzugt 0% bis 30%, besonders bevorzugt 3% bis 12% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II-7.
- 25 Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung mit negativer dielektrischer Anisotropie bestehen besonders bevorzugt überwiegend und ganz besonders bevorzugt nahezu vollständig aus der Komponente D.
- 30 Die Komponente D dieser Medien enthält bevorzugt eine oder mehrere Verbindungen.
- 35 Die mesogenen Medien mit negativer dielektrischer Anisotropie gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten bevorzugt

- eine Komponente A' bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer stark negativen dielektrischen Anisotropie von -5 oder weniger,
- 5 - optional eine Komponente B' bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer moderat negativen dielektrischen Anisotropie von -1,5 bis < -5,
- 10 - optional eine Komponente C' bestehend aus einer oder mehreren dielektrisch neutralen Verbindungen mit einer dielektrischen Anisotropie von -1,5 bis +1,5 und
- 15 - gegebenenfalls eine Komponente D' bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer positiven dielektrischen Anisotropie von mehr als 1,5.

Das mesogene Medium gemäß der vorliegenden Erfindung kann weitere Additive und chirale Dotierstoffe in üblichen Konzentrationen enthalten. Die Gesamtkonzentration dieser weiteren Bestandteile liegt im Bereich von 20 0% bis 10%, bevorzugt im Bereich von 0,1% bis 6%, bezogen auf die Gesamtmischung. Die Konzentrationen der einzelnen dieser Verbindungen liegen im Bereich von 0,1 bis 3%. Die Konzentration dieser Verbindungen und ähnlicher Bestandteile der Mischung werden, mit Ausnahme der chiralen Dotierstoffe bei den Medien die eine Blaue Phase aufweisen, bei 25 der Angabe der Konzentrationsbereiche der übrigen Mischungsbestandteile nicht berücksichtigt.

Die Medien werden auf übliche Weise aus den Verbindungen erhalten. Zweckmäßiger Weise werden die Verbindungen die in geringerer Menge 30 eingesetzt werden in den in größerer Menge eingesetzten Verbindungen gelöst. Wird die Temperatur während des Mischvorgangs über den Klärpunkt der überwiegenden Komponente erhöht, kann die Vollständigkeit der Auflösung leicht beobachtet werden. Die erfindungsgemäßen Medien können jedoch auch auf andere Weisen hergestellt werden. So durch den 35 Einsatz von Vormischungen. Als Vormischungen könne unter anderem Homologenmischungen und/oder eutektische Mischungen eingesetzt

werden. Die Vormischungen können aber auch bereits selbst einsatzfähige Medien sein. Dies ist bei sogenannten Zwei- oder Mehr-Flaschen-Systemen. (Englisch: „two-bottle“ oder „multi-bottle systems“) der Fall.

- 5 In der vorliegenden Anmeldung gilt, soweit nicht explizit anders angegeben, das Folgende.

Die angegebenen Bereiche von Werten schließen bevorzugt die Grenzwerte ein.

10

- Die Konzentrationen sind in Massen-% gegeben und beziehen sich auf die vollständige Mischung. Temperaturen sind in Grad Celsius und Temperaturdifferenzen in Differenzgrad Celsius angegeben. Alle physikalischen Eigenschaften wurden bestimmt wie in "Merck Liquid Crystals, Physical Properties of Liquid Crystals", Stand Nov. 1997, Merck KGaA, Deutschland und sind für eine Temperatur von 20 °C gegeben, sofern nicht explizit anders angegeben. Die optische Anisotropie (Δn), auch Doppelbrechung genannt, wird bei einer Wellenlänge von 589,3 nm bestimmt. Die dielektrischen Eigenschaften werden bei einer Frequenz von
- 15
- 20 1 kHz bestimmt.

Im Zusammenhang mit Angaben zur Zusammensetzung der Medien, bzw. ihrer Komponenten, bedeutet

- 25 - „enthalten“, dass die Konzentration des jeweiligen genannten Materials, also der Komponente oder der Verbindung, in der Bezugseinheit, also dem Medium bzw. der Komponente, bevorzugt 10% oder mehr, besonders bevorzugt 20 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 30% oder mehr beträgt,
- 30
- „überwiegend bestehen aus“, dass die Konzentration des genannten Materials in der Bezugseinheit bevorzugt 50% oder mehr, besonders bevorzugt 60 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 70% oder mehr beträgt und

35

- „nahezu vollständig bestehen aus“, dass die Konzentration des genannten Materials in der Bezugseinheit bevorzugt 80% oder mehr, besonders bevorzugt 90 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 95% oder mehr beträgt.

5

Dielektrisch positive Verbindungen haben ein $\Delta\epsilon > 1,5$, dielektrisch neutrale Verbindungen haben ein $\Delta\epsilon$ im Bereich $-1,5 \leq \Delta\epsilon \leq 1,5$ und dielektrisch negative Verbindungen haben ein $\Delta\epsilon < -1,5$. Die selben Definitionen gelten auch für Komponenten von Mischungen und für

10

Die dielektrischen Eigenschaften, elektrooptischen Eigenschaften (z.B. die Schwellenspannungen) und die Schaltzeiten wurden in bei der Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland hergestellten Testzellen, bestimmt. Die

15 Testzellen zur Bestimmung von $\Delta\epsilon$ hatten eine Schichtdicke von 22 μm und eine kreisförmige Elektrode aus Indiumzinnoxid (ITO) mit einer Fläche von 1,13 cm^2 und einem Schutzring. Für homeotrope Orientierung zu Bestimmung von $\epsilon_{||}$ wurden Zellen mit einer homeotrop orientierenden Polyimid-Orientierungsschicht verwendet. Alternativ kann Lezithin (Merck

20 KGaA) als Orientierungsmittel verwendet. Die Zellen zur Bestimmung von ϵ_{\perp} hatten Orientierungsschichten aus dem Polyimid AL-1054 der Firma Japan Synthetic Rubber, Japan. Die Kapazitäten wurden in der Regel mit einem Frequenzanalysator Solatron 1260 mit einer Rechteckwelle mit einer Effektivspannung von 0.3 V_{rms} gemessen. Die elektrooptischen

25 Untersuchungen wurden mit weißem Licht durchgeführt. Die charakteristischen Spannungen wurden unter senkrechter Beobachtung bestimmt.

30

Die dielektrischen Eigenschaften der Materialien werden bei 1. kHz und 20°C, sowie für Steuermedien, die einen Übergang von der nematischen Phase oder der cholesterischen Phase in die isotrope Phase ($T(N,I)$) aufweisen, bei einer Temperatur von 4° unterhalb sowie bei einer Temperatur von 4° oberhalb des Klärpunkts ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) wieder jeweils bei 1 kHz, und bei Steuermedien, die einen Übergang von der Blauen Phase in die isotrope Phase aufweisen bei einer Temperatur von 4° oberhalb der entsprechenden Übergangstemperatur ($T(N^*,BP)$) des jeweiligen

35 Materials, hier allerdings bei 30 Hz, bestimmt.

Die dielektrische Anisotropie ($\Delta\epsilon$) der Verbindungen wird durch Extrapolation der Werte einer 10%-igen Lösung der jeweiligen Verbindung in einer Wirtsmischung bei 20°C auf einen Anteil der jeweiligen Verbindung von 100% bestimmt. Die Kapazitäten der Testmischungen werden sowohl in einer Zelle mit homeotroper, als auch in einer Zelle mit homogener Randoorientierung bestimmt. Die Schichtdicke beider Zellentypen beträgt ca. 20 μm . Zur Messung wird eine Rechteckwelle mit einer Frequenz von 1 kHz und einer effektiven Spannung (rms, Englisch: root mean square) von typischer Weise 0,2 V bis 1,0 V verwendet. In jedem Fall ist die verwendete Spannung niedriger als die kapazitive Schwelle der jeweils untersuchten Mischung.

Für dielektrisch positive Verbindungen wird die Mischung ZLI-4792 und für dielektrisch neutrale, sowie für dielektrisch negative Verbindungen, die Mischung ZLI-3086, beide von Merck KGaA, Deutschland, als Wirtsmischung verwendet. Diese Wirtsmischungen werden auch für Komponenten und Medien verwendet, die selbst bei der betreffenden Temperatur keine nematische Phase aufweisen, bzw. die nicht bis zu der betreffenden Temperatur in der nematischen Phase unterkühlt werden können. Ist die Löslichkeit der Verbindungen, Komponenten oder Medien in der jeweiligen Wirtsmischung geringer als 10%, wird ausnahmsweise die Konzentration der untersuchten Substanz auf 5% erniedrigt. Ist die Löslichkeit einer dielektrisch positiven Substanz (einer Verbindung, einer Komponente eines Mediums oder eines Mediums) in der Wirtsmischung ZLI-4792 geringer als 5%, so wird die nematische Mischung MLC-6828, Merck KGaA, Deutschland als Wirtsmischung verwendet. Auch hier wird nötigenfalls die Konzentration der zu untersuchenden Substanz von 10% auf 5% halbiert. Aus der Änderung der Werte gegenüber denen der Wirtsmischung wird auf den Wert der reinen Substanz extrapoliert.

Die erfindungsgemäßen Medien enthalten bevorzugt 0% bis 10% an Verbindungen deren Löslichkeit in der entsprechenden Wirtsmischung (ZLI-3086 bzw. MLC-6828) geringer als 5% ist. Bevorzugt ist die Konzentration dieser Verbindungen 8% oder weniger, besonders bevorzugt 5% oder weniger und ganz besonders bevorzugt 4% oder weniger.

- Die dielektrische Anisotropie der Verbindungen, Komponenten und gegebenenfalls der Medien, die bei 20°C oder bei einer Temperatur von 4° unterhalb ihres Klärpunkts ($T(N,I)$ bzw. ($T(N^*,I)$ bzw. Ihrer Übergangstemperatur ($T(N^*,BP)$)) nicht in der nematischen Phase vorliegen, bzw. die nicht bis zu dieser Temperatur in dieser Phase unterkühlbar sind, werden aus einer Wirtsmischung bestimmt, wie oben bei den Verbindungen beschrieben.
- Die Dielektrizitätskonstanten $\epsilon_{||}$ und ϵ_{\perp} werden mit einer absoluten Genauigkeit von ca. $\pm 0,1$ bis $\pm 0,2$ bestimmt, wodurch sich für die dielektrische Anisotropie ($\Delta\epsilon$) eine absolute Genauigkeit von ca. $\pm 0,2$ bis $\pm 0,4$, typischerweise von $\pm 0,3$ ergibt. Die Genauigkeit nimmt bei größeren Werten ab, die möglichen Abweichungen nehmen also zu. Bei Werten von $\Delta\epsilon$ von 25 bis 40 beträgt die absolute Genauigkeit ca. $\pm 0,5$ und bei Werten von mehr als 40 beträgt die absolute Genauigkeit ca. $\pm 1,0$.
- Die dielektrische Suszeptibilität der Medien wird bei einer Temperatur von 4° oberhalb der Temperatur ihres Übergangs in die optisch isotrope Phase in der optisch isotropen Phase bestimmt. Sie wird mittlere dielektrische Suszeptibilität ($\epsilon_{av.}$) genannt. Bei den Medien, die einen Übergang aus der nematischen Phase oder der cholesterischen Phase in die isotrope Phase aufweisen, kann sie auch, in erster Näherung, aus der Extrapolation der mittleren dielektrischen Suszeptibilität des nematischen Mediums über den Übergangspunkt in die optisch isotrope Phase hinaus erhalten werden. Die dielektrische Suszeptibilität der Medien wird typischerweise mit einer absoluten Genauigkeit von ca. $\pm 0,1$ bis $\pm 0,2$ bestimmt. Bei großen Werten der dielektrischen Suszeptibilität, von 30 oder mehr, beträgt die absolute Genauigkeit ca. $\pm 0,5$ und bei sehr großen Werten, von 40 oder mehr oder sogar von 60 oder mehr, beträgt die absolute Genauigkeit ca. ± 1 .
- Für die Steuermedien, die einen Übergang aus der nematischen Phase oder der cholesterischen Phase in die isotrope Phase aufweisen, wurde die Klärenthalpie per „differential scanning calorimetry“, kurz DSC

bestimmt. Hierzu wurde ein kommerzielles Gerät DSC2920 der Firma Texas Instruments, USA verwendet. Es wurden 2 mg bis 8 mg, typischerweise 4 mg, des betreffenden Materials in einem Pfännchen gegen ein leeres Pfännchen als Referenz vermessen. Dabei wurde die
5 Temperatur mit einer Heizrate von 10 Grad/Minute erhöht. Der Startpunkt wurde ca. 30° bis 40° unterhalb des Klärpunkts der Substanz gewählt. Der Endpunkt lag jeweils ca. 30° oberhalb des Klärpunkts der Substanz. Die relative Genauigkeit der Werte beträgt jeweils ca. +/-10% bis +/-15%. Bei
10 sehr kleinen Werten der Klärenthalpie muß gegebenenfalls die Probenmenge erhöht oder auf ein präziseres Meßgerät gewechselt werden.

Der Wert der Doppelbrechung der erfindungsgemäßen Medien wird hier in der nematischen Phase bei 20°C und bei einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts bzw. der Übergangstemperatur $T(N^*,BP)$
15 gemessen. Ist das Medium bei einer dieser beiden Temperaturen oder bei diesen beiden Temperaturen nicht stabil nematisch oder zumindest bis zu dieser Temperatur in der nematischen Phase unterkühlbar, so wird die Doppelbrechung einer Mischung aus der entsprechenden nematischen Wirtsmischung extrapoliert, wie oben bei der Bestimmung der
20 dielektrischen Anisotropie beschrieben.

Ist der cholesterische Pitch der erfindungsgemäßen Medien zu kurz um eine Bestimmung der anisotropen Eigenschaften wie z.B. der Doppelbrechung oder der dielektrischen Suzeptibilität zu erlauben stehen
25 hierfür drei Möglichkeiten zur Verfügung. Die erste, am meisten bevorzugte Möglichkeit ist der Ersatz der bzw. aller der in den Medien verwendeten chiralen Verbindungen durch deren Racemat. Die zweite ebenfalls noch bevorzugte Möglichkeit ist die Verringerung der Konzentration der chiralen Verbindung, bzw. der chiralen Verbindungen
30 auf einen Wert der den cholesterischen Pitch so groß werden lässt, dass die Bestimmung der Eigenschaften gerade möglich wird. Die dritte, am wenigsten bevorzugte Möglichkeit ist die Kompensation des cholesterischen Pitches durch Zugabe eine chiralen Verbindung mit umgekehrtem Helixdrehsinn. Hierzu wird bevorzugt die entsprechenden
35 Verbindung des Enantiomerenpaares R-8011 und S-8011 der Fa. Merck KGaA verwendet.

Der Begriff Schwellenspannung bedeutet in der vorliegenden Anmeldung die optische Schwelle und wird für einen relativen Kontrast von 10 % (V_{10}) angegeben. Die Mittgrauspannung und die Sättigungsspannung werden
5 ebenfalls optisch bestimmt und für einen relativen Kontrast von 50%, bzw. von 90 % angegeben. Als Bezugsgröße und charakteristischer Wert der elektrooptischen Kennlinie der verschiedenen Medien wird in der vorliegenden Anmeldung in der Regel die Spannung (V_{70}) angegeben bei der die Kennlinie zum ersten Mal den Wert von 70% relativem Kontrast
10 erreicht. Wird die kapazitive Schwellenspannung (V_0), auch Freedericksz-Schwelle genannt, angegeben, so ist dies explizit vermerkt.

Die Medien wurden in Testzellen mit interdigitalen Elektroden gefüllt. Die Schichtdicke der Testzellen betrug in der Regel ca. 10 μm . Die Breite der
15 Elektroden betrug 10 μm und der Anstand zwischen den benachbarten Elektroden betrug 15 μm . Die elektrooptische Kennlinie wurde bei einer Temperatur von 2° oberhalb des Klärpunkts ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) bzw. der Übergangstemperatur von der cholesterischen Phase in die Blauen Phase ($T(N^*,BP)$) des jeweiligen Mediums bestimmt. Beim Einfüllen der Medien in
20 eine Zelle wurde in einigen Fällen eine leichte Erhöhung des Klärpunkts bzw. der Übergangstemperatur $T(N^*,BP)$ beobachtet. Dieser Effekt ist möglicherweise mit einer gewissen Stabilisierung der nematischen Phase bzw. der Blauen Phase in dünnen Schichten zu erklären. Die Erhöhung des Klärpunkts bzw. der Übergangstemperatur $T(N^*,BP)$ betrug in einigen
25 Fällen 0,5° und bis zu ca. 0,7°. In einigen (seltenen) Fällen können Abweichungen von bis zu 2° oder sogar 4° auftreten. In den Fällen in denen eine Erhöhung des Klärpunkts bzw. der Übergangstemperatur $T(N^*,BP)$ in der Zelle auftritt, wird die Untersuchung der elektrooptischen Eigenschaften nicht bei einer Temperatur von 2° oberhalb des Klärpunkts
30 des Mediums als solchem ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$ bzw. der Übergangstemperatur $T(N^*,BP)$ als solchem, sondern 2° oberhalb des Klärpunkts des Mediums in der Zelle ($T_c(N,I)$ bzw. ($T_c(N^*,I)$) bzw. bzw. der Übergangstemperatur des Mediums in der Zelle ($T_c(N^*,BP)$) bestimmt.

35 Die Phasenbreite der Blauen Phase bzw. die Gesamtbreite mehrerer Blauer Phase wird, bei den Medien, die eine oder mehrere Blaue Phasen

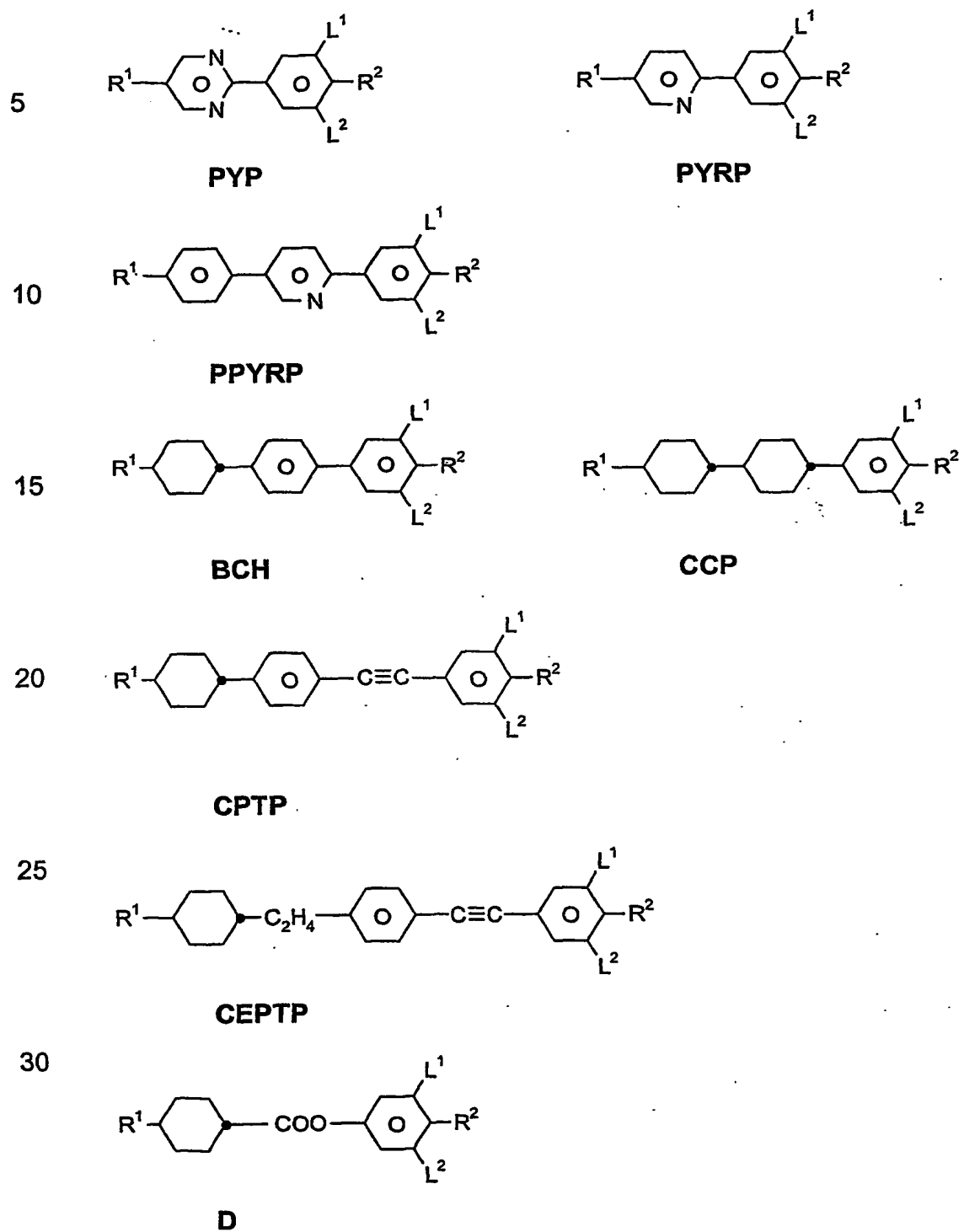
aufweisen, aus der Temperaturabhängigkeit des elektrooptischen Effekts bestimmt. Die Temperatur bei der, der elektrooptische Effekt auftritt, ist die Temperatur, bei der die optisch isotrope Phase, die Blaue Phase auftritt ($T(N^*,BP)$). Die Temperatur bei der die Blaue Phase, bzw. bei Medien die
5 mehr als eine Blaue Phase aufweisen, die mit steigender Temperatur zuletzt auftretende Blaue Phase, verschwindet und das Medium in die isotrope Phase übergeht ($T(BP,I)$), wird aus der Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Spannungen bestimmt, als die Temperatur, bei der, der typische, relativ geringe Anstieg der charakteristischen Spannungen in
10 einen stärkeren Anstieg mit steigender Temperatur übergeht. Der Wert von $T(BP,I)$ wird durch Interpolation der Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Spannungen oberhalb und unterhalb dieser Temperatur bestimmt, die in vielen Fällen sowohl oberhalb als auch unterhalb dieser Temperatur nahezu linear ist.

15 In der vorliegenden Anmeldung, besonders in den im folgenden beschriebenen Beispielen werden die Strukturen der chemischen Verbindungen mittels Abkürzungen angegeben. Die Bedeutung der jeweiligen Abkürzungen ist in den folgenden Tabellen A und B zusammengestellt. Alle
20 Gruppen C_nH_{2n+1} und C_mH_{2m+1} sind geradkettige Alkylgruppen mit n bzw. m C-Atomen. Tabelle B ist aus sich selbst heraus verständlich, da sie jeweils die vollständige Abkürzung für eine Formel homologer Verbindungen angibt. In Tabelle A sind nur die Abkürzungen für die Kernstrukturen der Verbindungstypen zusammengestellt. Die Abkürzungen für
25 die jeweiligen einzelnen Verbindungen setzen sich aus der jeweils zutreffenden dieser Abkürzungen für den Kern der Verbindung und der mittels einem Bindestrich angehängten Abkürzung für die Gruppen R^1 , R^2 , L^1 und L^2 gemäß folgender Tabelle zusammen.

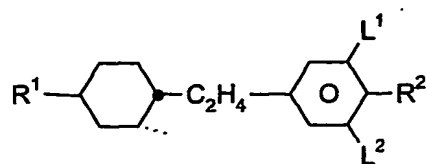
30

35

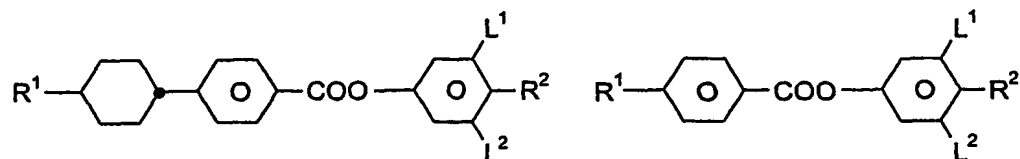
	Abkürzung für	R ¹	R ²	L ¹	L ²
	R ¹ , R ² , L ¹ , L ²				
5	nm	C_nH_{2n+1}	C_mH_{2m+1}	H	H
	nOm	C_nH_{2n+1}	OC_mH_{2m+1}	H	H
	nO.m	OC_nH_{2n+1}	C_mH_{2m+1}	H	H
	n	C_nH_{2n+1}	CN	H	H
10	nN.F	C_nH_{2n+1}	CN	H	F
	nN.F.F	C_nH_{2n+1}	CN	F	F
	nON.F.F	OC_nH_{2n+1}	CN	F	F
	nOF	OC_nH_{2n+1}	F	H	H
15	nCl	C_nH_{2n+1}	Cl	H	H
	nCl.F	C_nH_{2n+1}	Cl	H	F
	nCl.F.F	C_nH_{2n+1}	Cl	F	F
	nF	C_nH_{2n+1}	F	H	H
20	nF.F	C_nH_{2n+1}	F	H	F
	nF.F.F	C_nH_{2n+1}	F	F	F
	nmF	C_nH_{2n+1}	C_mH_{2m+1}	F	H
	nCF ₃	C_nH_{2n+1}	CF ₃	H	H
25	nOCF ₃	C_nH_{2n+1}	OCF ₃	H	H
	nOCF ₃ .F	C_nH_{2n+1}	OCF ₃	H	F
	nOCF ₃ .F.F	C_nH_{2n+1}	OCF ₃	F	F
	nOCF ₂	C_nH_{2n+1}	OCHF ₂	H	H
30	nOCF ₂ .F	C_nH_{2n+1}	OCHF ₂	H	F
	nOCF ₂ .F.F	C_nH_{2n+1}	OCHF ₂	F	F
	nS	C_nH_{2n+1}	NCS	H	H
	nS.F	C_nH_{2n+1}	NCS	H	F
35	nS.F.F	C_nH_{2n+1}	NCS	F	F
	rVsN	$C_rH_{2r+1}-CH=CH-C_sH_{2s}-$	CN	H	H
	rOsN	$C_rH_{2r+1}-O-C_sH_{2s}-$	CN	H	H
	nEm	C_nH_{2n+1}	$COOC_mH_{2m+1}$	H	H

Table A:

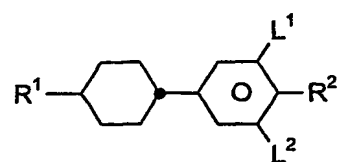
- 39 -



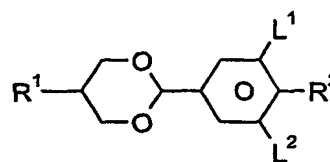
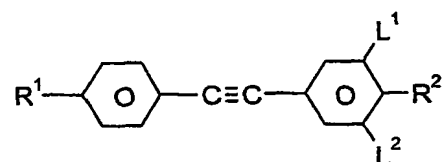
5

EPCH

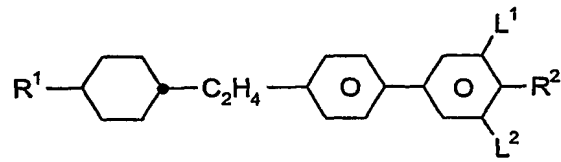
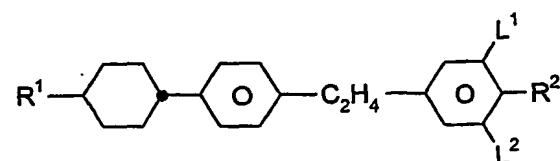
10

HP**ME**

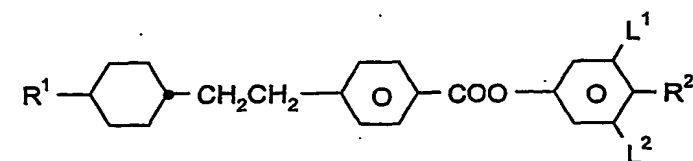
15

PCH**PDX**

20

PTP**BECH**

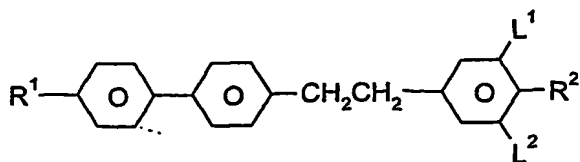
25

EBCH

30

EHP

35

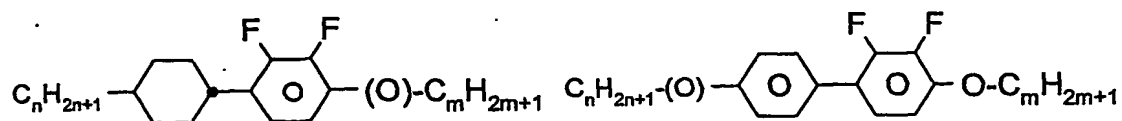


5

ET

Table B:

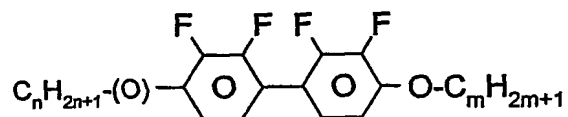
10



PCH-n(O)mFF

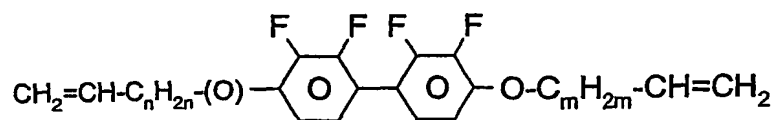
PY-n(O)-Om

15



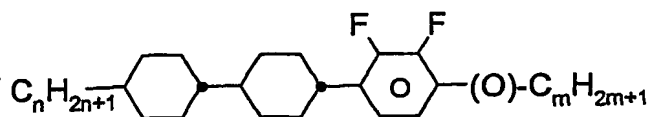
YY-n(O)-Om

20



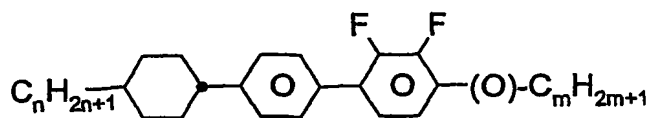
YY-Vn(O)-OmV

25



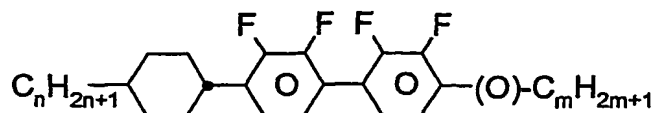
CCP-n(O)mFF

30

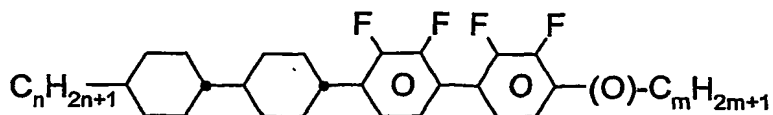


CPY-n(O)-m

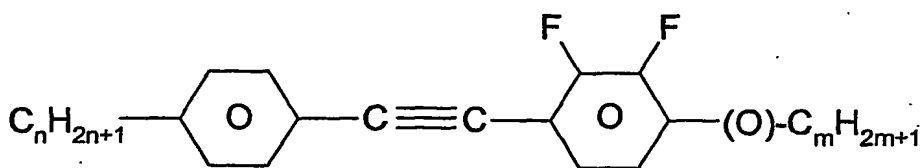
35



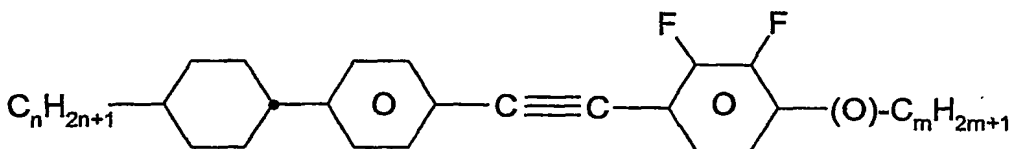
5

CYY-n-(O)m

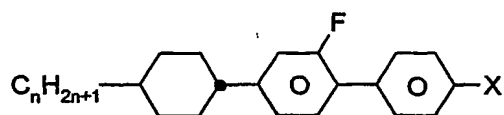
10

CCYY-n-(O)m

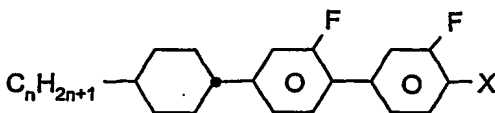
15

PTP-n(O)mFF

20

CPTP-n(O)mFF

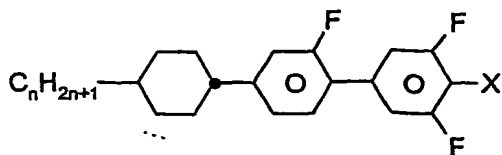
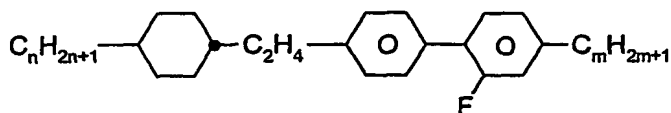
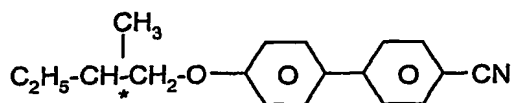
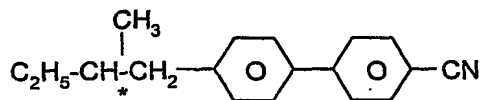
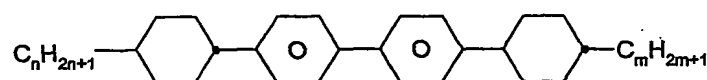
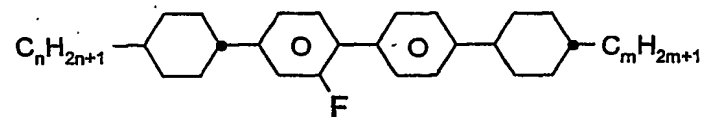
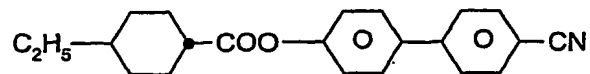
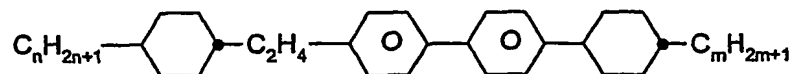
25

CGP-n-X(X = besonders F, Cl, CN = „N“, NCS = „S“ und CF₃ = „T“)

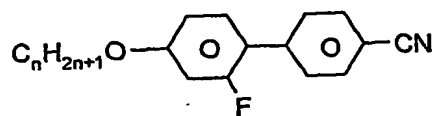
30

CGG-n-X(X = besonders F, Cl, CN = „N“, NCS = „S“ und CF₃ = „T“)

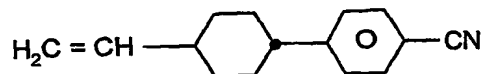
35

**CGU-n-X**(X = besonders F, Cl, CN = „N“, NCS = S und CF₃ = „T“)**Inm****C15****CB15****CBC-nm****CBC-nmF****CHE****ECBC-nm**

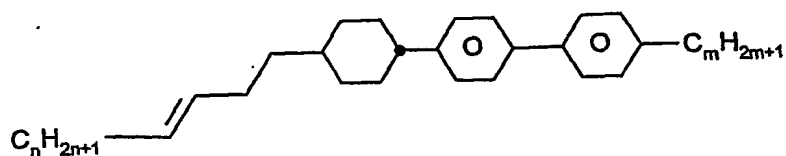
- 43 -

**GP-nO-N**

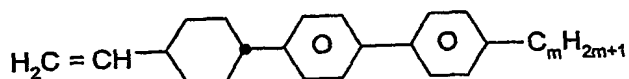
5

**CP-V-N**

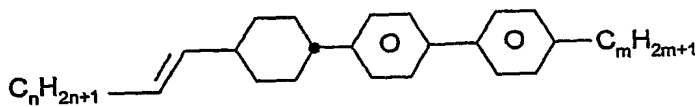
10

**CPP-nV2-m**

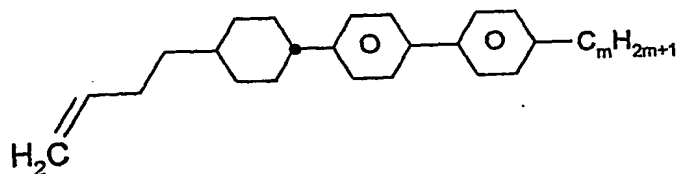
15

**CPP-V-m**

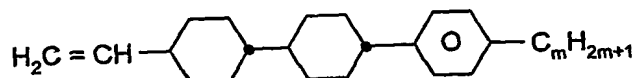
20

**CPP-nV-m**

25

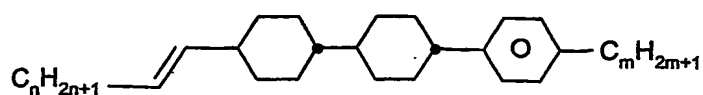
**CPP-V2-m**

30

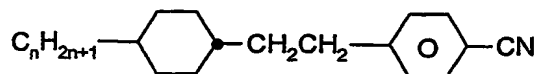
**CCP-V-m**

35

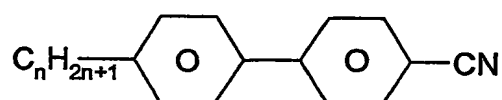
- 44 -



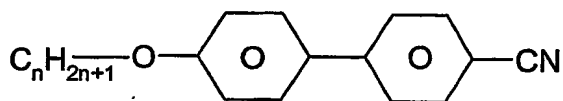
5

CCP-nV-m**G3-n**

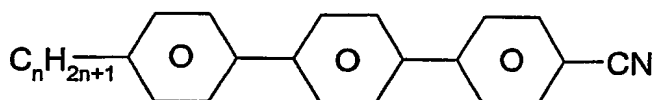
10

**K3-n**

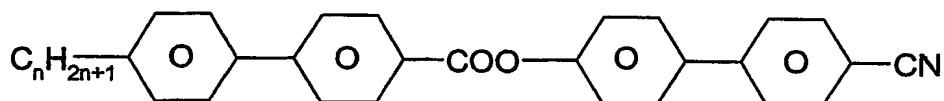
15

**M3-n**

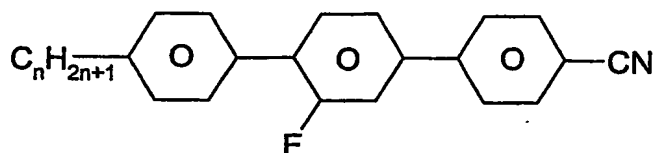
20

**T3-n**

25

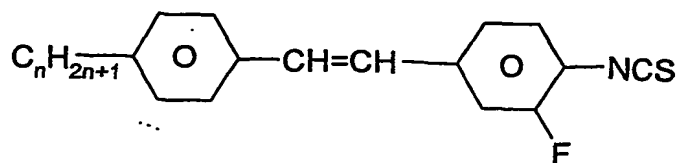
**BB3-n**

30

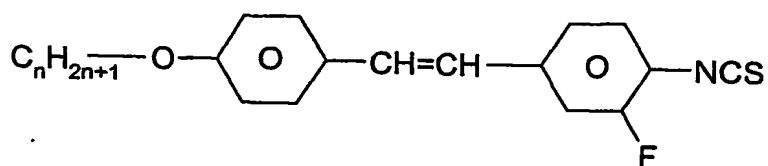


35

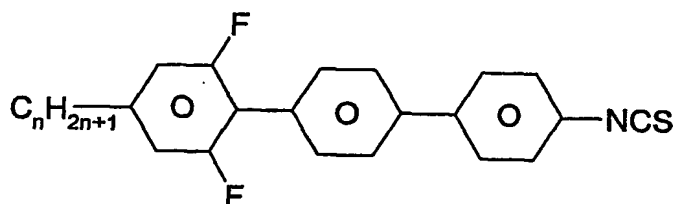
PGIP-n-N



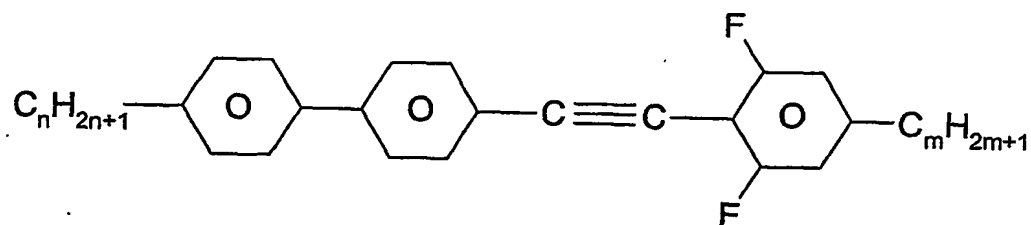
5

PVG-n-S

10

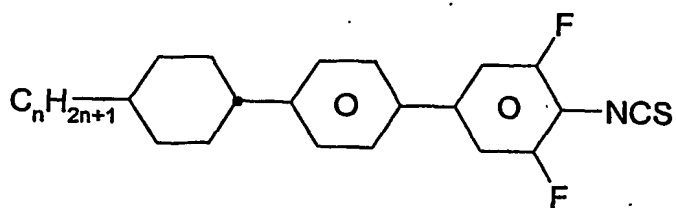
PVG-nO-S

15

UPP-n-S

20

25

PPTUI-n-m

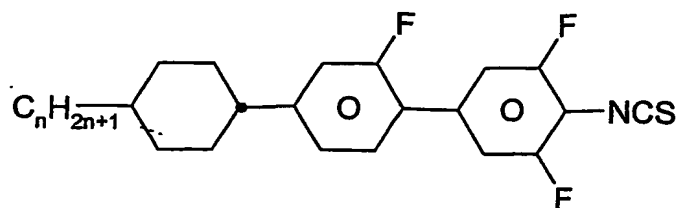
30

CPU-n-S

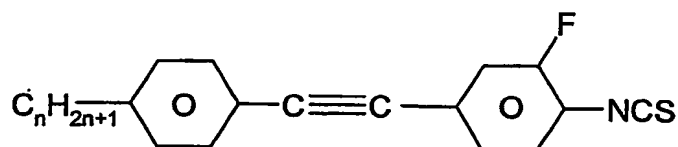
35

- 46 -

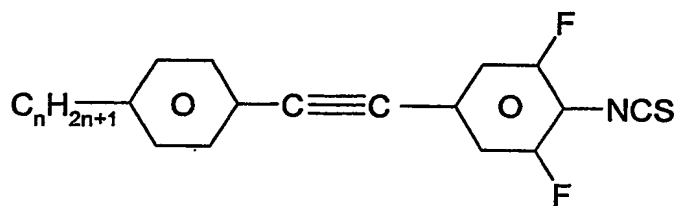
5

**CGU-n-S**

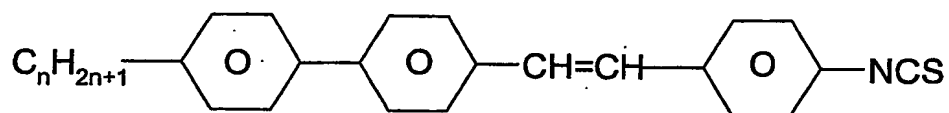
10

**PTG-n-S**

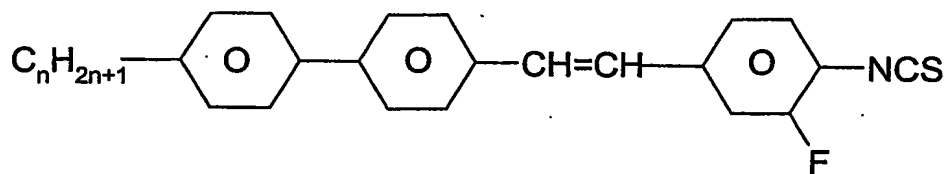
15

**PTU-n-S**

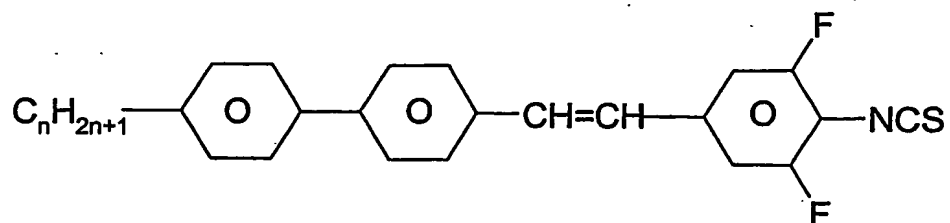
20

**PPVP-n-S**

25

**PPVG-n-S**

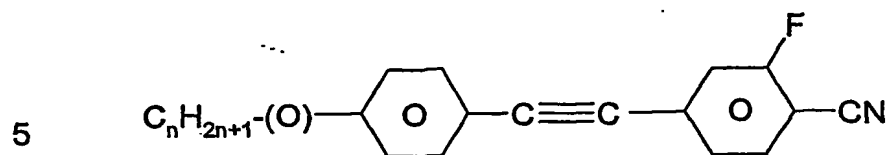
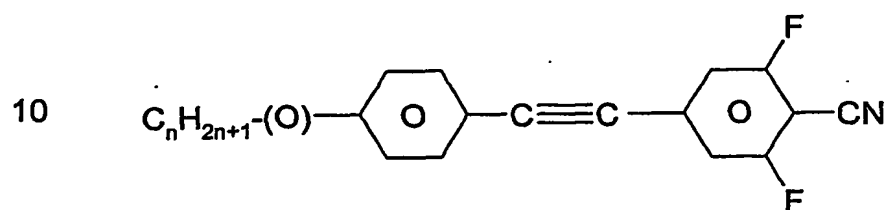
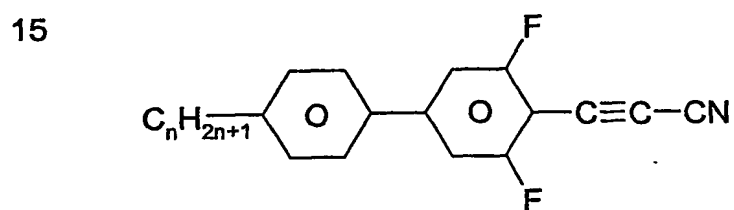
30



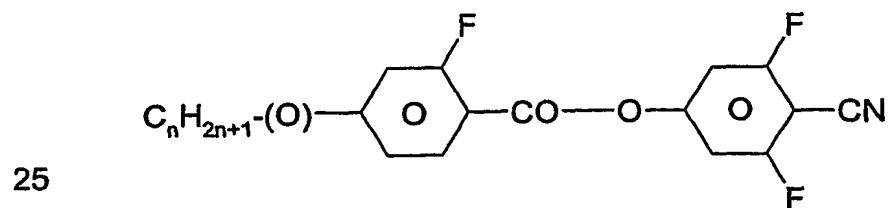
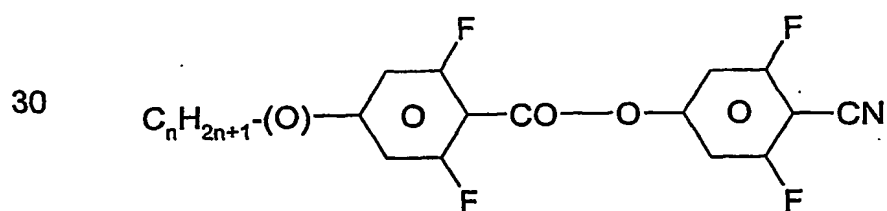
35

PPVU-n-S

- 47 -

**PTG-n(O)-N****PTU-n(O)-N**

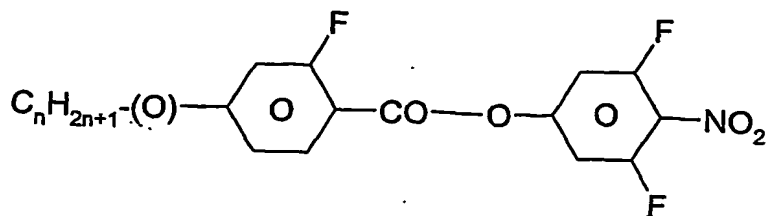
20

PU-n-AN**GZU-n(O)-N****UZU-n(O)-N**

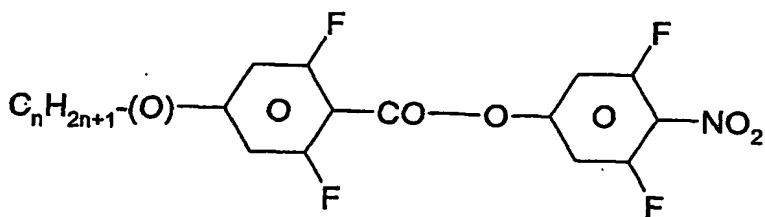
35

- 48 -

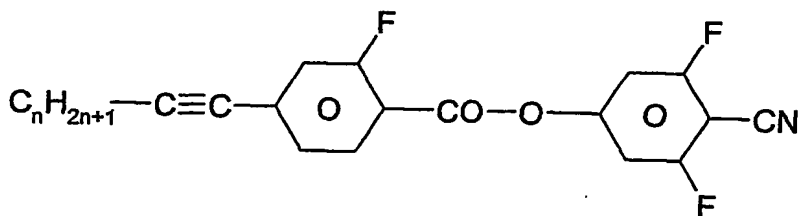
5

**GZU-n(O)-NO₂**

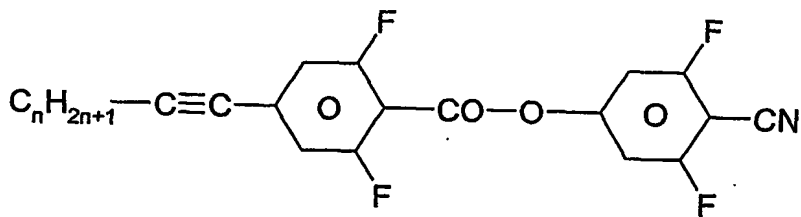
10

**UZU-n(O)-NO₂**

15

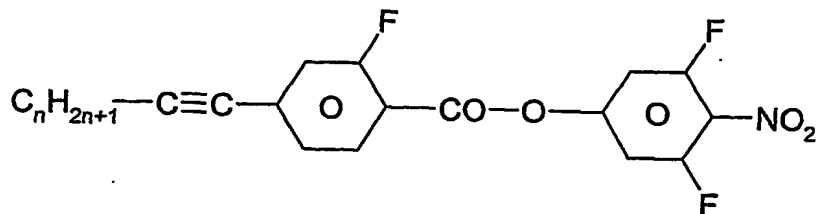
**GZU-nA-N**

20

**UZU-nA-N**

25

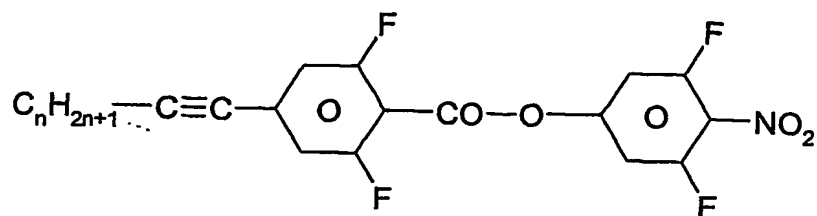
30

**GZU-nA-NO₂**

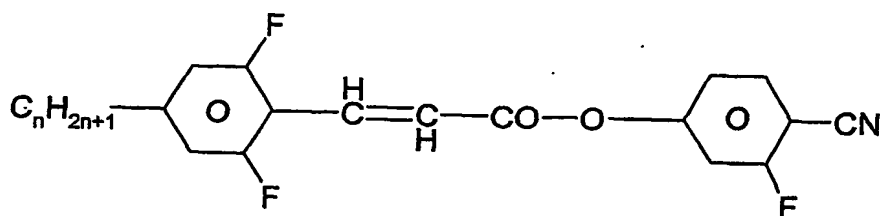
35

- 49 -

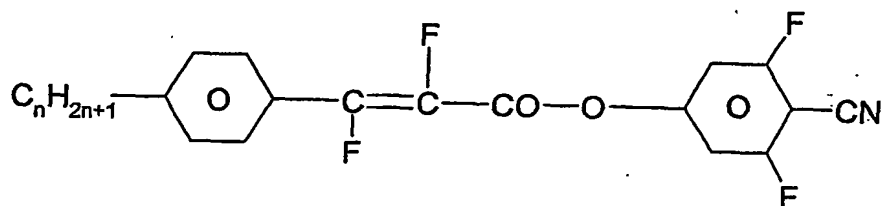
5

**UZU-nA-NO₂**

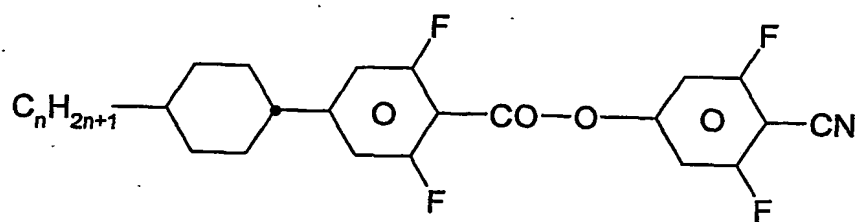
10

**UVZG-n-N**

15

**PWZU-3-N**

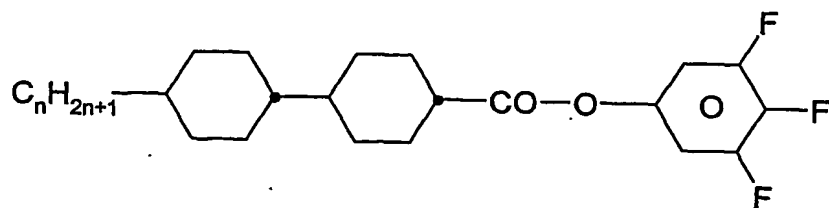
20



25

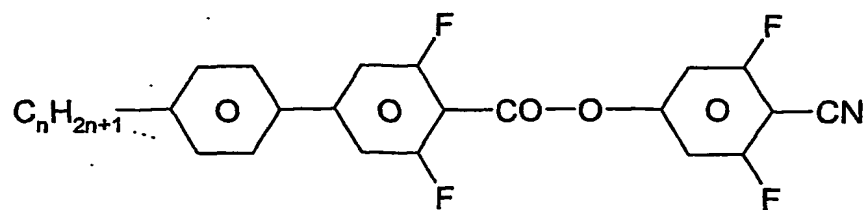
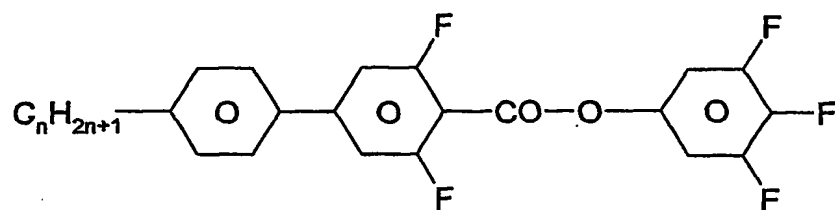
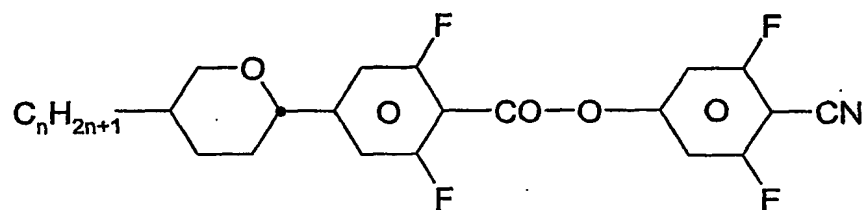
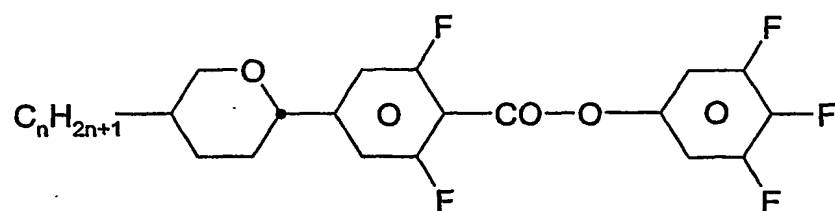
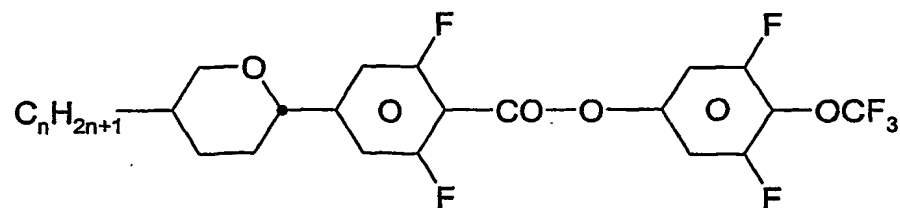
CUZU-n-N

30

**CCZU-n-F**

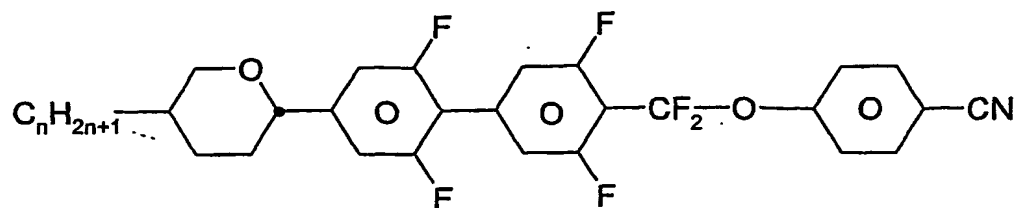
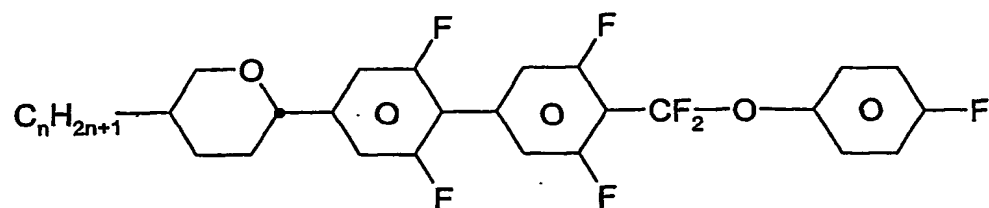
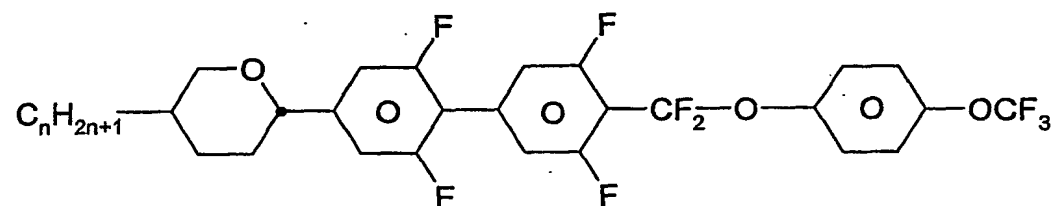
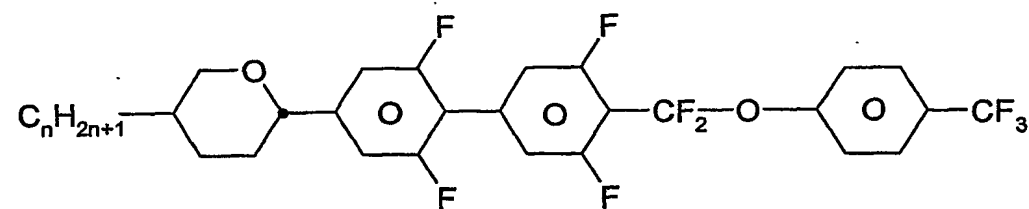
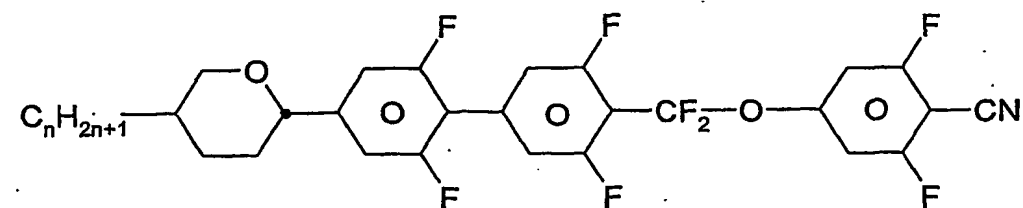
35

- 50 -

**PUZU-n-N****PUZU-n-F****AUZU-n-N****AUZU-n-F****AUZU-n-OT**

35

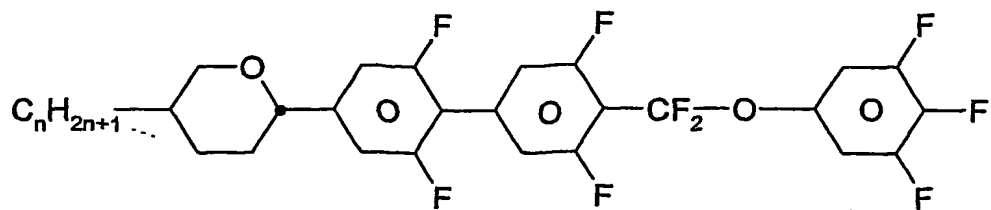
- 51 -

**AUUQP-n-N****AUUQP-n-F****AUUQP-n-OT****AUUQP-n-T****AUUQU-n-N**

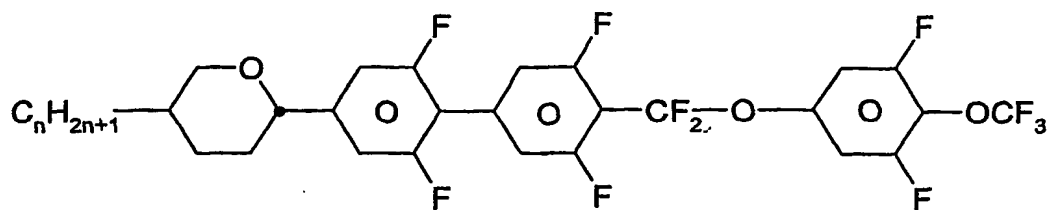
35

- 52 -

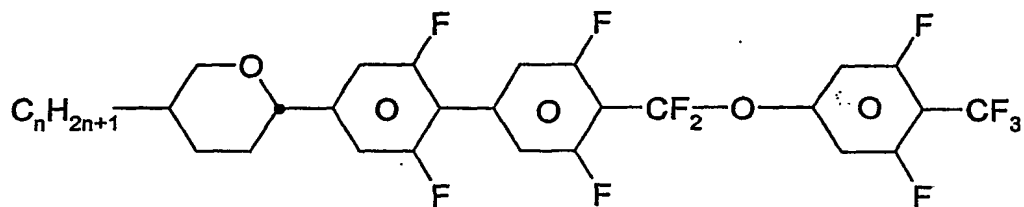
5

**AUUQU-n-F**

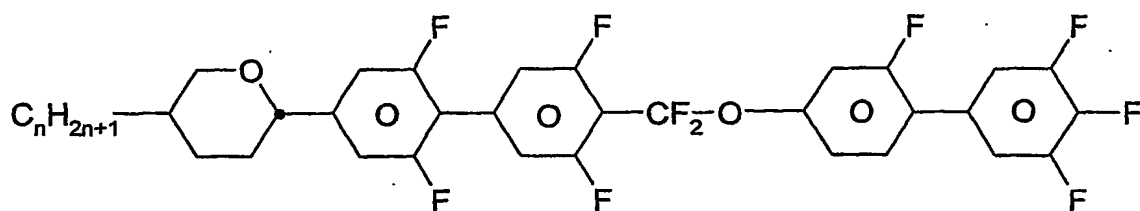
10

**AUUQU-n-OT**

15

**AUUQU-n-T**

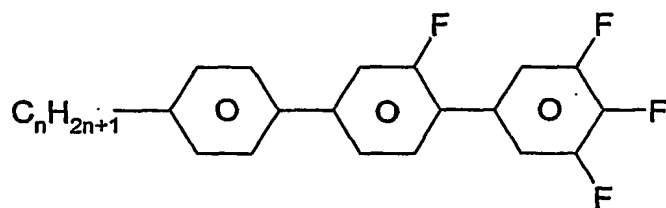
20



25

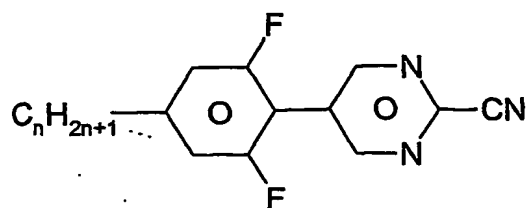
AUUQGU-n-F

30

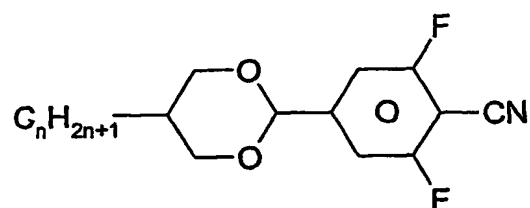
**PGU-n-F**

35

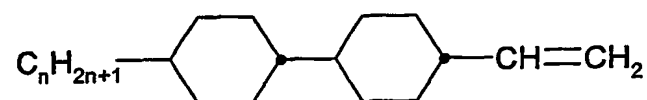
- 53 -



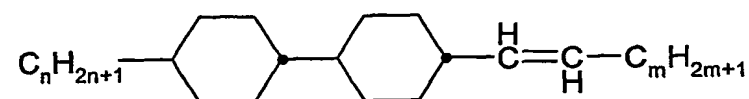
UM-n-N



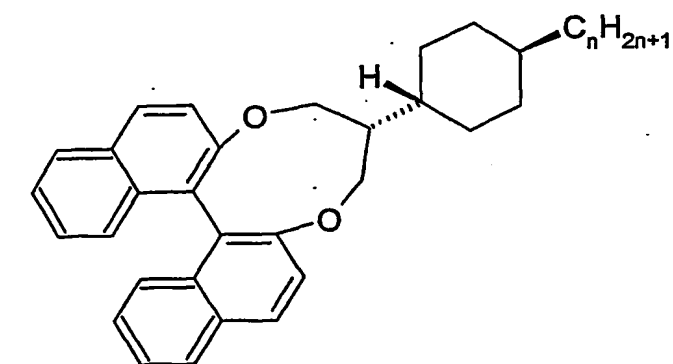
DU-n-N



CC-n-V

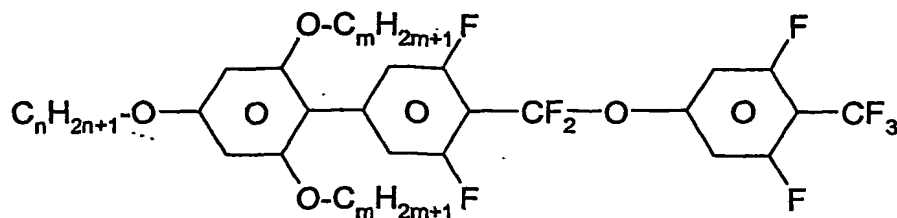


CC-n-Vm



PUZU-n-F

35



P(OM)₂UQU-nO-T

Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Anmeldung enthalten bevorzugt

- vier oder mehr, bevorzugt sechs oder mehr, Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabellen A und B und/oder
- fünf oder mehr Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabelle B und/oder
- zwei oder mehr Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabelle A.

Beispiele

Die im Folgenden beschriebenen Beispiele illustrieren die vorliegende Erfindung ohne sie in irgend einer Art zu beschränken. Ferner zeigen sie dem Fachmann welche Eigenschaften und insbesondere welche Eigenschaftskombinationen mit der vorliegenden Erfindung erreicht werden können.

Vergleichsbeispiel 1

Die Flüssigkristallmischung mit der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt und untersucht.

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung		Konz.	T(N,I)	= 22,9 °C
#	Abkürzung	/Massen-%	$n_e(20^{\circ}\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 1,7298
1	UM-3-N	10,0	$\Delta n(20^{\circ}\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 0,1765
2	GZU-3A-N	10,0	$\Delta \epsilon(20^{\circ}\text{C}, 1 \text{ kHz})$	> 0
3	UVZG-3-N	10,0		
4	PWZU-3-N	7,0	$\Delta H(N,I)$	= 1,14 J/g
5	PU-3-AN	16,0		
6	PU-5-AN	16,0	$T(N,I)+4^{\circ}$	= 26,9 °C
7	PTG-3-N	15,0	$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^{\circ})$	= 34,1
8	PTU-4O-N	15,0		
9	HP-3N.F	<u>1,0</u>	$T(N,I)+2^{\circ}$	= 24,9 °C
Σ		100,0	$V_{70}(T(N,I)+2^{\circ})$	= 113 V

Diese Flüssigkristallmischung wurde in eine Testzelle gefüllt und bei einer Temperatur von 23,1°C, sowie bei 24,9°C (2° oberhalb des Klärpunkts) bezüglich ihrer elektrooptischen Eigenschaften untersucht.

Die verwendete Testzelle wies interdigitale Elektroden auf nur einem der beiden Substrate auf. Eine elektrooptische Testzelle mit einem Lichtschaltelement enthaltend die Flüssigkristallmischung wurde hergestellt. Die Substrate bestanden aus Glas. Es wurden Substrate ohne Orientierungsschicht und ohne Passivierungsschicht verwendet. Die Elektrodenstruktur bestand aus ineinander verzahnten kammförmigen Elektroden. Der Abstand der Elektroden betrug 15 µm und die Breite der Elektroden voneinander betrug 10 µm. Die Schichtdicke der Elektroden betrug ca. 100 nm. Die Elektroden befanden sich alle in einer gemeinsamen Ebene. Die Schichtdicke des Steuermediums betrug ca. 10 µm.

Es wurde ein erster Polarisator vor und als Analysator ein zweiter Polarisator hinter der Zelle benutzt. Die Absorptionsachsen der beiden Polarisatoren bildeten einen Winkel von 90° zueinander. Der Winkel zwischen der Achse der maximalen Absorption der Polarisatoren und der Komponente des elektrischen Felds in der Ebene der Anzeige betrug

jeweils 45°. Die Spannungs-Transmissions-Kennlinie wurde mit einem elektrooptischen Meßplatz DMS 703 der Firma Autronic-Melchers, Karlsruhe, Deutschland bestimmt. Bei senkrechter Beobachtung wurde eine Kurve erhalten wie sie für eine Zelle mit elektrisch kontrollierter Doppelbrechung (z. B. ECB) typisch ist.

Bei 23,1°C liegt der Wert der Schwellenspannung (V_{10}) bei 36,5 V, der Wert der Mittgrauspannung (V_{50}) bei 28 V und der Wert der Sättigungsspannung (V_{90}) bei 31,5 V. Das Maximum des relativen Kontrasts liegt bei 34 V. Bei 24,9°C beträgt V_{70} der 113 V. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Charakteristische Spannungen

Beispiel:	V.1	V.2	V.3	1	2	5	8
Physikalische Parameter							
$\Delta H(N,l) / J/g$	1,14	1,20	0,80	0,89	0,75	0,52	0,51
$\varepsilon_{av.}(T(N,l)+4^\circ)$	23,1	24,0	58,5	41,5	48,0	55,0	62,2
Kennlinie							
Elektrodenabstand 10 μm , Elektrodenbreite 10 μm							
$T / ^\circ C$	23,1	24,0	24,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
$V_{10}(T) / V$	36,5	22,0	40,5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
$V_{50}(T) / V$	28,0	35,5	56,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
$V_{90}(T) / V$	31,5	44,5	65,5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Elektrodenabstand 15 μm , Elektrodenbreite 10 μm							
$T(N,l)+2^\circ / ^\circ C$	24,9	25,8	25,7	34,4	37,6	7,7	16,3
$V_{70}(T(N,l)+2^\circ) / V$	113	134	71	103	102	67	70
$dV_{70}/dT / V/^\circ$	n.b.	38	18	n.b.	n.b.	17	17
$dV_{70}^*/dT / \%/^\circ$	n.b.	28	25	n.b.	n.b.	25	24

Bemerkungen: n.b.: nicht bestimmt,
 dV_{70}/dT : $[V_{70}(T(N,l)+3^\circ) - V_{70}(T(N,l)+1^\circ)] / 2^\circ$ und
 dV_{70}^*/dT : $[V_{70}(T(N,l)+3^\circ) - V_{70}(T(N,l)+1^\circ)] /$
 $[V_{70}(T(N,l)+2^\circ) \cdot 2^\circ]$

Wie man aus dieser Tabelle ersehen kann, sind die charakteristischen Spannungen der Flüssigkristallschaltelemente der Beispiele 1, 2, 5 und 8 signifikant niedriger als die der Vergleichsbeispiele 1 und 2. Die Erniedrigung liegt im Vergleich von Beispiel 1 zu Vergleichsbeispiel 1 bereits bei ca. 10 % und im Vergleich zu Vergleichsbeispiel 2 bei ca. 25 %.

Vergleichsbeispiel 2

Die Flüssigkristallmischung mit der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt und untersucht. Die Zusammensetzung und die Eigenschaften der Mischung sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung #	Abkürzung	Konz. /Massen-%		
1	ME2N.F	3,0	$T(N,I)$	= 23,8 °C
2	ME3N.F	3,0	$n_e(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 1,6971
3	ME4N.F	8,0	$\Delta n(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 0,1456
4	ME5N.F	8,0	$\epsilon_{ }(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 47,4
5	UM-3-N	4,0	$\Delta \epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 27,3
6	PTG-3-N	8,0	$\Delta H(N,I)$	= 1,20 J/g
7	PTG-5-N	8,0	$T(N,I)+4^\circ$	= 27,8 °C
8	PTU-4O-N	8,0	$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 24,0
9	PU-3-AN	8,0		
10	PU-5-AN	8,0	$T(N,I)+2^\circ$	= 25,8 °C
11	PGU-2-F	10,0	$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 134 V
12	PGU-3-F	10,0	$dV/dT(T(N,I)+2^\circ)$	= 38 V/°
13	PGU-5-F	10,0		
14	HP-3N.F	4,0		
Σ		100,0		

Wie bei Vergleichsbeispiel 1 wird eine elektro-optische Anzeige realisiert und deren Kennlinie vermessen. Bei einer Temperatur von 24,0°C beträgt der Wert der Schwellenspannung (V_{10}) 22 V, der Wert der Mittgrauspannung (V_{50}) 35,5 V und der Wert der Sättigungsspannung (V_{90}) 44,5 V.

Bei einer Temperatur von 2 Grad oberhalb des Klärpunkts beträgt V_{70} 134 V.

5 Diese Ergebnisse sind zum Vergleich mit denen des Vergleichsbeispiels 1 Tabelle 1 enthalten.

Beispiel 1

10 Die Flüssigkristallmischung mit der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt und untersucht.

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	/Massen-%	T(N,I)	= 32,4 °C
# Abkürzung			$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	> 0
15 1 CCG-V-F	15,0			
2 UZU-3A-N	10,2		$\Delta H(N,I)$	= 0,89 J/g
3 UZU-5A-N	10,2			
4 GZU-3A-N	10,2		$T(N,I)+4^\circ$	= 36,4 °C
5 GZU-4A-N	9,35		$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 41,5
20 6 GZU-4O-N	8,5			
7 UVZG-3-N	8,5		$T(N,I)+2^\circ$	= 34,4 °C
8 CUZU-2-N	8,5		$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 103 V
9 CUZU-3-N	8,5			
10 CUZU-4-N	8,5			
25 11 HP-5N.F	2,55			
Σ	100,0			

30 Die Mischung wird in eine Testzelle gefüllt und wie im Vergleichsbeispiel 1 beschrieben untersucht. Insbesondere werden ihre elektrooptischen Eigenschaften bei einer Temperatur von 34,4°C bestimmt.

Die so erhaltene Zelle erreichte bei einer Spannung von 103 V 70 % relativen Kontrast.

35 Diese Ergebnisse sind zum Vergleich mit denen der Vergleichsbeispiele 1 und 2 in Tabelle 1 enthalten.

Beispiel 2

Die Flüssigkristalmischung mit der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt und untersucht.

5

10

15

20

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung #	Abkürzung	Konz. /Massen-%		
			$T(N,I)$	= 35,6 °C
			$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	> 0
1	GZU-4-N	15,0		
2	GZU-4O-N	12,0	$\Delta H(N,I)$	= 0,75 J/g
3	GZU-V2-N	12,0		
4	UM-3-N	9,0	$T(N,I)+4^\circ$	= 39,6 °C
5	PYP-4N.F.F	6,8	$\epsilon_{av}(T(N,I)+4^\circ)$	= 48,0
6	CUZU-2-N	12,0		
7	CUZU-3-N	12,0	$T(N,I)+2^\circ$	= 37,6 °C
8	CUZU-4-N	12,0	$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 102 V
9	HP-3N.F	7,0		
10	HP-5N.F	2,2		
Σ		100,0		

Die Mischung wird in eine Testzelle gefüllt und wie im Vergleichsbeispiel 1 beschrieben untersucht. Insbesondere werden ihre elektrooptischen Eigenschaften bei einer Temperatur von 37,6 C bestimmt.

25

Die so erhaltene Zelle erreichte bei einer Spannung von 102 V 70 % relativen Kontrast. Diese Ergebnisse sind, zum Vergleich mit denen der Vergleichsbeispiele 1 und 2, ebenfalls in Tabelle 1 enthalten.

30

35

Beispiele 3 bis 10 und Vergleichsbeispiele 3 bis 22

Die Flüssigkristallmischungen mit den folgenden Zusammensetzung werden hergestellt und untersucht.

5

Beispiel 3

10

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften		
Verbindung		Konz.	T(N,I)	=	37,4 °C
#	Abkürzung	/Massen-%	$\Delta \epsilon(20^{\circ}\text{C}, 1 \text{ kHz})$	>	0
1	UZU-3A-N	16,0	$\Delta H(N,I)$	=	0,75 J/g
2	UZU-5A-N	18,0			
3	GZU-4O-N	15,0			
4	CUZU-2-N	18,0	T(N,I)+4°	=	52,7 °C
5	CUZU-3-N	15,0	$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^{\circ})$	=	41,5
6	CUZU-4-N	<u>18,0</u>			
Σ		100,0	T(N,I)+2°	=	39,4 °C
			$V_{70}(T(N,I)+2^{\circ})$	=	88 V

15

20

Beispiel 4

25

30

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften		
Verbindung		Konz.	T(N,I)	=	22,0 °C
#	Abkürzung	/Massen-%	$\Delta\varepsilon(20^{\circ}\text{C}, 1 \text{ kHz})$	>	0
1	UVZG-3-N	15,0	$\Delta H(N,I)$	=	0,92 J/g
2	GZU-4-N	4,0			
3	GZU-4O-N	15,0			
4	UM-3-N	10,0	T(N,I)+4°	=	26,0 °C
5	DU-2-N	15,0	$\varepsilon_{av.}(T(N,I)+4^{\circ})$	=	55,8
6	CUZU-2-N	15,0	T(N,I)+2°	=	24,0 °C
7	CUZU-3-N	15,0			
8	CUZU-4-N	<u>11,0</u>			
Σ		100,0	$V_{70}(T(N,I)+2^{\circ})$	=	101 V

35

Vergleichsbeispiel 3

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
5	Verbindung		T(N,I) = 23,7 °C	
	#	Abkürzung	Konz. /Massen-%	
10	1	UZU-3A-N	12,0	$n_e(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm}) = 1,6187$
	2	UZU-5A-N	12,0	$\Delta n(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm}) = 0,0925$
	3	GZU-3A-N	12,0	$\Delta \epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz}) > 0$
	4	GZU-4A-N	11,0	$\Delta H(N,I) = 0,80 \text{ J/g}$
15	5	GZU-4O-N	10,0	$T(N,I)+4^\circ = 27,7 \text{ °C}$
	6	UVZG-3-N	10,0	$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ) = 58,5$
	7	CUZU-2-N	10,0	$T(N,I)+2^\circ = 25,7 \text{ °C}$
	8	CUZU-3-N	10,0	$V_{70}(T(N,I)+2^\circ) = 71 \text{ V}$
15	9	CUZU-4-N	10,0	$dV/dT(T(N,I)+2^\circ) = 18 \text{ V/°}$
	10	HP-5N.F	3,0	
	Σ		100,0	

Wie bei Beispiel 1 wurde die Mischung bei einer Temperatur von 2 oberhalb des Klärpunkts in einer Testzelle bezüglich ihrer elektrooptischen Eigenschaften untersucht, insbesondere wurde V_{70} zu 71 V bestimmt.

Außerdem wurde die Mischung bei einer Temperatur von 24,0°C in einer Testzelle bezüglich ihrer elektrooptischen Eigenschaften untersucht. Der Wert der Schwellenspannung (V_{10}) lag bei 40,5 V, der Wert der Mittgrauspannung (V_{50}) bei 56 V und der Wert der Sättigungsspannung (V_{90}) bei 65 V. Der maximale Kontrast wurde bei 73 V erreicht. Bei Spannungen von 80 V bzw. 90 V sank der relative Kontrast wieder auf 90 % bzw. 50 % ab.

Diese Ergebnisse sind, zum Vergleich mit denen der Vergleichsbeispiele 1 und 2 und der Beispiele 1 und 2, ebenfalls in Tabelle 1 enthalten.

Vergleichsbeispiel 4

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	/Massen-%	T(N,I)	= 24,8 °C
# Abkürzung			$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$	> 0
1 UM-3-N	10,0		$\Delta H(N,I)$	= 0,82 J/g
2 PYP-3N.F.F	15,0		T(N,I)+4°	= 28,8 °C
3 UZU-3A-N	12,0		$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 60,5
4 GZU-3A-N	12,0		T(N,I)+2°	= 26,8 °C
5 GZU-4-N	1,0		$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 79 V
6 GZU-4O-N	10,0			
7 UVZG-3-N	10,0			
8 CUZU-2-N	10,0			
9 CUZU-3-N	10,0			
10 HP-3N.F	10,0			
Σ	100,0			

Beispiel 5

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	/Massen-%	T(N,I)	= 5,7 °C
# Abkürzung			$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$	> 0
1 UZU-3A-N	7,5		$\Delta H(N,I)$	= 0,52 J/g
2 GZU-3A-N	15,0		T(N,I)+4°	= 9,7 °C
3 GZU-4A-N	15,0		$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 55,0
4 GZU-4O-N	15,0		T(N,I)+2°	= 7,7 °C
5 PU-3-AN	10,0		$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 67 V
6 PTU-4O-N	15,0		$dV/dT(T(N,I)+2^\circ)$	= 17 V/°
6 CUZU-2-N	15,0			
7 CUZU-3-N	7,5			
Σ	100,0			

Beispiel 6

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.		T(N,I)	= 24,0 °C
# Abkürzung	/Massen-%			
1 UZU-3A-N	12,0		$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$	> 0
2 UZU-5A-N	4,5		$\Delta H(N,I)$	= 0,55 J/g
3 GZU-3A-N	12,0		$T(N,I)+4^\circ$	= 28,0 °C
4 GZU-4A-N	12,0		$\epsilon_{av}(T(N,I)+4^\circ)$	= 60,2
5 GZU-4-N	10,0		$T(N,I)+2^\circ$	= 26,0 °C
6 GZU-4O-N	11,0		$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 75 V
7 CUZU-2-N	11,0			
8 CUZU-3-N	11,0			
9 CUZU-4-N	11,0			
10 HP-3N.F	5,5			
Σ	100,0			

Beispiel 7

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.		T(N,I)	= 22,5 °C
# Abkürzung	/Massen-%			
1 UZU-3A-N	15,0		$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$	> 0
2 UZU-5A-N	5,6		$\Delta H(N,I)$	= 0,57 J/g
3 GZU-3A-N	15,0		$T(N,I)+4^\circ$	= 26,5 °C
4 GZU-4A-N	15,0		$\epsilon_{av}(T(N,I)+4^\circ)$	= 60,8
5 GZU-4O-N	12,0		$T(N,I)+2^\circ$	= 24,5 °C
6 CUZU-2-N	11,0		$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 69 V
7 CUZU-3-N	11,0			
8 CUZU-4-N	11,0			
9 HP-3N.F	4,4			
Σ	100,0			

Beispiel 8

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	# Abkürzung /Massen-%	T(N,I)	= 14,3 °C
# Abkürzung	/Massen-%		$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	> 0
1 UZU-5A-NO ₂	10,0		$\Delta H(N,I)$	= 0,51 J/g
2 UZU-3A-N	10,8		T(N,I)+4°	= 18,3 °C
3 UZU-5A-N	10,8		$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 62,2
4 GZU-3A-N	10,8		T(N,I)+2°	= 16,3 °C
5 GZU-4A-N	9,9		$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 70 V
6 GZU-4O-N	9,0		$dV/dT(T(N,I)+2^\circ)$	= 17 V/°
7 UVZG-3-N	9,0			
8 CUZU-2-N	9,0			
9 CUZU-3-N	9,0			
10 CUZU-4-N	9,0			
11 HP-5N.F	2,7			
Σ	100,0			

Diese Ergebnisse sind, zum Vergleich mit denen der Vergleichsbeispiele 1 bis 3 und der Beispiele 1 und 2, ebenfalls in Tabelle 1 enthalten.

Vergleichsbeispiel 5

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	# Abkürzung /Massen-%	T(N,I)	= 23,5 °C
# Abkürzung	/Massen-%		$n_e(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 1,6138
1 CGU-2-F	11,0		$\Delta n(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 0,0854
2 CGU-3-F	11,0		$\epsilon_{ }(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 16,5
3 CGU-5-F	10,0		$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 9,1
4 BCH-3F.F.F	18,0		T(N,I)+4°	= 27,5 °C
5 BCH-5F.F.F	14,0		$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	< 12,9
6 PGU-2-F	11,0			
7 PGU-3-F	11,0		T(N,I)+2°	= 25,5 °C
8 BCH-32	3,0		$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 63 V
Σ	100,0			

Vergleichsbeispiel 6

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	/Massen-%	T(N,I)	= 29,6 °C
# Abkürzung			$n_e(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 1,7549
1 ME2N.F	10,0		$\Delta n(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 0,2092
2 UM-3-N	8,5		$\epsilon_l(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 59,2
3 PTG-3-N	15,0		$\Delta \epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 42,9
4 PTG-5-N	15,0			
5 PU-3-AN	15,0		$\Delta H(N,I)$	= 0,95 J/g
6 PU-5-AN	15,0			
7 PTU-4O-N	15,0		$T(N,I)+4^\circ$	= 33,6 °C
8 HP-3N.F	6,5		$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 26,4
Σ	100,0			

Vergleichsbeispiel 7

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	/Massen-%	T(N,I)	= 21,0 °C
# Abkürzung			$\Delta \epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	> 0
1 UM-3-N	8,0			
2 GZU-3A-N	8,0		$\Delta H(N,I)$	= 0,81 J/g
3 UVZG-3-N	8,0			
4 PWZU-3-N	10,0		$T(N,I)+4^\circ$	= 25,0 °C
5 PYP-40N.F.F	6,0		$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 34,8
6 PU-3-AN	15,0			
7 PU-5-AN	15,0			
8 PTG-3-N	15,0			
9 PTU-4O-N	15,0			
Σ	100,0			

Vergleichsbeispiel 8

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
5	Verbindung		T(N,I)	= 24,2 °C
	#	Abkürzung		
10	1	PTG-3-N	15,0	$n_e(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm}) = 1,6857$
	2	PTP-5-N	15,0	$\Delta n(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm}) = 0,1405$
	3	PTU-40-N	15,0	$\epsilon_{ }(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz}) = 45,8$
	4	PU-5-AN	9,0	$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz}) = 27,8$
	5	PGU-5-F	14,0	$\Delta H(N,I) = 0,62 \text{ J/g}$
	6	HP-3N.F	7,0	T(N,I)+4° = 28,2 °C
	7	HP-3N.F	8,0	
	8	DU-2-N	15,0	
	9	PCH-3N.F.F	<u>2,0</u>	
15	Σ	100,0	$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ) = 24,7$	

Vergleichsbeispiel 9

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
20	Verbindung		Konz.	T(N,I) = 30,1 °C
	#	Abkürzung	/Massen-%	
25	1	CCP-2F.F.F	10,0	$n_e(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm}) = 1,6095$
	2	CCP-3F.F.F	10,0	$\Delta n(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm}) = 0,1035$
	3	CCP-5F.F.F	10,0	$\epsilon_{ }(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz}) = 62,6$
	4	ME2N.F	10,0	$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz}) = 45,9$
	5	ME3N.F	10,0	$\Delta H(N,I) = 0,92 \text{ J/g}$
	6	ME4N.F	7,0	
30	7	ME5N.F	15,0	$T(N,I)+4^\circ = 34,1 \text{ °C}$
	8	DU-2-N	6,0	$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ) = 26,7$
	9	PCH-5N.F.F	2,0	
	10	UM-3-N	10,0	
	11	HP-3N.F	<u>10,0</u>	
	Σ		100,0	

Vergleichsbeispiel 10

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	/Massen-%	T(N,I)	= 29,0 °C
# Abkürzung			$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$	= > 0
1 UM-3-N	6,0		$\Delta H(N,I)$	= 0,79 J/g
2 GZU-3A-N	10,0		T(N,I)+4°	= 33,0 °C
3 UVZG-3-N	12,0		$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 35,2
4 PWZU-3-N	10,0			
5 PU-3-AN	15,0			
6 PU-5-AN	15,0			
7 PTG-3-N	15,0			
8 PTU-4O-N	15,0			
9 HP-3N.F	2,0			
Σ	100,0			

Vergleichsbeispiel 11

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	/Massen-%	T(N,I)	= 11,5 °C
# Abkürzung			$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1\text{ kHz})$	= > 0
1 CGU-2-F	11,0		T(N,I)+4°	= 15,5 °C
2 CGU-3-F	11,0		$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	< 11
3 CGU-5-F	10,0			
4 BCH-3F.F.F	16,0			
5 BCH-5F.F.F	14,0			
6 PGU-2-F	10,0			
7 PGU-3-F	10,0			
8 PGU-5-F	9,0			
9 PCH-7F	9,0			
Σ	100,0			

Vergleichsbeispiel 12

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften		
5	Verbindung		T(N,l) = 15,5 °C		
	#	Abkürzung	Konz.	$\Delta\epsilon(20^{\circ}\text{C}, 1 \text{ kHz}) > 0$	
			/Massen-%		
	1	CGU-2-F	12,0		
	2	CGU-3-F	12,0	T(N,l)+4° = 19,5 °C	
	3	CGU-5-F	11,0	$\epsilon_{av.}(T(N,l)+4^{\circ}) < 11$	
	4	BCH-3F.F.F	18,0		
	5	BCH-5F.F.F	14,0		
	6	PGU-2-F	11,0		
	7	PGU-3-F	10,0		
10	8	PGU-5-F	<u>11,0</u>		
	Σ		100,0		

Vergleichsbeispiel 13

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung		Konz.	T(N,I)	= 42,3 °C
#	Abkürzung	/Massen-%	$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	> 0
20	1 ME2N.F	3,0	$\Delta H(N,I)$	= 0,80 J/g
	2 ME3N.F	3,0		
	3 ME4N.F	5,0		
	4 ME5N.F	3,0		
25	5 UM-3-N	4,0	$T(N,I)+4^\circ$	= 46,3 °C
	6 PTG-3-N	8,0		
	7 PTG-5-N	8,0		
	8 PTU-4O-N	7,0		
	9 PU-3-AN	8,0		
30	10 PU-5-AN	8,0	$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 21,2
	11 PGU-2-F	10,0		
	12 PGU-3-F	10,0		
	13 PGU-5-F	10,0		
35	14 HP-3N.F	5,0		
	15 HP-4N.F	5,0		
	16 HP-5N.F	<u>4,0</u>		
	Σ	100,0		

Vergleichsbeispiel 14

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften		
Verbindung		Konz.	T(N,I) = 16,0 °C		
#	Abkürzung	/Massen-%	$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz}) > 0$		
1	ME2N.F	3,0	$\Delta H(N,I) = 0,82 \text{ J/g}$		
2	ME3N.F	3,0			
3	ME4N.F	8,0			
4	ME5N.F	9,0			
5	UM-3-N	4,0	$T(N,I)+4^\circ = 20,0 \text{ °C}$		
6	PTG-3-N	9,0			
7	PTG-5-N	8,0	$\epsilon_{\text{av.}}(T(N,I)+4^\circ) = 24,7$		
8	PTU-40-N	8,0			
9	PU-3-AN	9,0			
10	PU-5-AN	9,0			
11	PGU-2-F	10,0			
12	PGU-3-F	10,0			
13	PGU-5-F	10,0			
Σ		100,0			

Vergleichsbeispiel 15

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften		
Verbindung		Konz.	T(N,I) = 16,0 °C		
#	Abkürzung	/Massen-%	$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz}) < 0$		
1	YY-2-O2	8,0	$T(N,I)+4^\circ = 20,0 \text{ °C}$		
2	YY-3-O2	8,0			
3	YY-40-O4	10,0			
4	YY-V10-O1V	8,0			
5	PY-3-O2	15,0	$\epsilon_{\text{av.}}(T(N,I)+4^\circ) < 3,0$		
6	PY-1-O2	11,0			
7	CYY-3-O2	10,0			
8	CYY-5-O2	10,0			
9	PTP-302FF	10,0			
10	PTP-502FF	10,0			
Σ		100,0			

Vergleichsbeispiel 16

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften		
Verbindung	Konz.	/Massen-%	T(N,I)	=	16,0 °C
# Abkürzung			$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	<	0
1 YY-2-O2	8,0		T(N,I)+4°	=	20,0 °C
2 YY-3-O2	8,0		$\epsilon_{\text{av.}}(T(N,I)+4^\circ)$	<	3,5
3 YY-3O-O4	6,0				
4 YY-4O-O4	6,0				
5 YY-V1O-O1V	6,0				
6 PY-3-O2	9,0				
7 PY-1-O2	12,0				
8 CYY-3-O2	9,0				
9 CYY-5-O2	9,0				
10 PTP-302FF	10,0				
11 PTP-302FF	10,0				
12 CPY-3-O2	5,0				
13 CCYY-2-O2	2,0				
Σ	100,0				

Vergleichsbeispiel 17

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften		
Verbindung	Konz.	/Massen-%	T(N,I)	=	41,0 °C
# Abkürzung			$n_e(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	=	1,6157
1 PYP-5F	25,0		$\Delta n(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	=	0,1066
2 PCH-32	16,5		$\epsilon_{ }(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	=	5,7
3 PCH-301	15,0		$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	=	2,4
4 PCH-302	11,3				
5 BCH-32	14,3		T(N,I)+4°	=	45,0 °C
6 BCH-52	10,5		$\epsilon_{\text{av.}}(T(N,I)+4^\circ)$	<	4,1
7 CBC-33	3,7				
8 CBC-53	3,7				
Σ	100,0				

- 71 -

Vergleichsbeispiel 18

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	/Massen-%	T(N,I)	= 27,0 °C
# Abkürzung			$n_e(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 1,6470
1 PCH-5F	14,6		$\Delta n(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 0,1350
2 PCH-6F	12,9		$\epsilon_{ }(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 7,4
3 PCH-7F	12,5		$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 3,6
4 PTP-20F	15,2			
5 PTP-40F	19,1		T(N,I)+4°	= 31,0 °C
6 PTP-60F	<u>25,7</u>		$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	< 5,6
Σ	100,0			

Vergleichsbeispiel 19

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	/Massen-%	T(N,I)	= 30,0 °C
# Abkürzung			$n_e(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 1,5856
1 CCP-2F.F.F	4,0		$\Delta n(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 0,1007
2 CCP-20CF3	4,0		$\epsilon_{ }(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 14,5
3 CCP-30CF3	5,0		$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 10,6
4 CCP-40CF3	2,0			
5 PCH-3	6,0		T(N,I)+4°	= 34,0 °C
6 K9	4,0		$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	< 4,7
7 BCH-3F.F.F	12,0			
8 CGU-2-F	10,0			
9 CGU-3-F	6,0			
10 CCZU-2-F	5,0			
11 CCZU-3-F	16,0			
12 CCZU-5-F	5,0			
13 CC-5-V	2,0			
14 CCP-V-1	10,0			
15 CC-3-V1	<u>9,0</u>			
Σ	100,0			

Vergleichsbeispiel 20

5

10

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung		Konz.	T(N,I)	= 33,0 °C
#	Abkürzung	/Massen-%	$n_e(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 1,6010
1	PCH-5	19,0	$\Delta n(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 0,1100
2	PCH-302	31,0	$\epsilon_{ }(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 9,5
3	PCH-304	31,0	$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 4,9
4	K15	<u>19,0</u>		
Σ)	100,0	T(N,I)+4°	= 37,0 °C
			$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	< 6,2

Vergleichsbeispiel 21

15

20

25

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften		
Verbindung		Konz.	T(N,I)	=	50,0 °C
#	Abkürzung	/Massen-%	$\Delta\epsilon(20^{\circ}\text{C}, 1 \text{ kHz})$	<	0
1	PCH-302FF	26,0			
2	PCH-502FF	26,0	T(N,I)+4°	=	54,0 °C
3	CCP-V-1	15,0	$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^{\circ})$	<	2,0
4	CC-5-V	19,0			
5	CCH-35	8,0			
6	BCH-32	<u>6,0</u>			
Σ		100,0			

30

35

Vergleichsbeispiel 22

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften		
5	Verbindung	Konz.	T(N,I)	= 50,0 °C	
	#	Abkürzung	/Massen-%	$n_e(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 1,5640
	1	PCH-302FF	26,0	$\Delta n(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 0,0821
	2	PCH-502FF	26,0	$\varepsilon_{ }(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= 3,9
	3	CCP-V-1	13,0	$\Delta\varepsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	= -2,9
10	4	CC-5-V	16,0		
	5	CCH-35	5,0	T(N,I)+4°	= 54,0 °C
	6	BCH-32	9,0	$\varepsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	< 2,0
	7	CCP-21FF	3,0		
	8	PCH-301	<u>2,0</u>		
	Σ		100,0		

Beispiel 9

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
20	Verbindung	Konz.	T(BP,I)	= 43,5 °C
	# Abkürzung	/Massen-%	T(N*,BP)	= 30,0 °C
	1 AUUQU-3-N	10,0	$\Delta T(\text{BP})$	= 13,5 °
	2 CUZU-3-N	9,0		
	3 CUZU-4-N	9,0	$\Delta\varepsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	> 0
25	4 HP-3N.F	8,0		
	5 AUUQU-3-OT	10,0	T(N*,BP)+4°	= 34,0 °C
	6 AUUQU-3-F	9,0	$\varepsilon_{\text{av.}}(T(\text{N}^*,\text{I})+4^\circ)$	= 42
	7 AUUQU-3-T	8,0		
	8 AUUQP-3-T	5,0	T(N*,I)+2°	= 32,0 °C
30	9 PUZU-3-F	9,0	$V_{90}(T(\text{N}^*,\text{I})+2^\circ)$	= 40 V
	10 PUZU-5-F	8,0		
	11 P(O3) ₂ UQU-30-T	10,0		
	12 N(O1) ₂ C*H-C-3	<u>5,0</u>		
	Σ	100,0		

Das Steuermedium dieses Beispiels weist einen Übergang von der nematischen (hier stark verdrehten cholesterischen) Phase in die Blaue

Phase auf. Es weist eine niedrige charakteristische Spannung V_{90} auf und ist durch eine besonders günstige, niedrige Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Spannungen, auch im Vergleich mit den Beispielen 1 bis 8 der vorliegenden Anmeldung, gekennzeichnet.

5

Beispiel 10

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften		
10	Verbindung				
	#	Abkürzung	Konz.	/Massen-%	
	1	AUUQU-3-N	9,98		$T(BP, I) = 44,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
	2	AUZU-3-N	9,98		$T(N^*, BP) = 23,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
	3	AUZU-4-N	9,98		$\Delta T(BP) = 21,0 \text{ } ^\circ$
	4	GZU-3A-N	8,00		$\Delta \varepsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz}) > 0$
15	5	HP-3N.F	6,02		
	6	AUUQU-3-OT	9,98		$T(N^*, BP) + 4^\circ = 27,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
	7	AUUQU-3-T	8,00		$\varepsilon_{av.}(T(N^*, I) + 4^\circ) = 43$
	8	AUUQU-3-F	9,03		
	9	AUUQGU-3-F	8,00		$T(N^*, I) + 2^\circ = 25,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
20	10	PUZU-3-F	7,05		$V_{90}(T(N^*, I) + 2^\circ) = 76 \text{ V}$
	11	$P(O3)_2UQU-30-T$	5,0		
	12	$N(O1)_2C^*H-C-3$	<u>9,0</u>		
	Σ		100,0		

25 Das Steuermedium dieses Beispiels weist, wie das des Beispiels 9, einen Übergang von der stark verdrillten cholesterischen Phase in die Blaue Phase auf. Es ist durch eine ganz besonders günstige, niedrige Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Spannungen gekennzeichnet.

30

35

Beschreibung der Abbildungen

5 Abbildung 1: Die Abbildung zeigt schematisch im Querschnitt den Aufbau eines Schaltelements oder eines Teils eines Schaltelements gemäß der vorliegenden Anmeldung. Zwischen den inneren Oberflächen der Substrate (1) und (1') befindet sich das Steuermedium (2). Auf der inneren Oberfläche des einen Substrats (1) befinden sich die beiden Elektroden (3) und (4) der Elektrodenstruktur, die mit voneinander verschiedenen
10 Potentialen beaufschlagt werden können. Vop bezeichnet die Spannungs-, Ladungs- bzw. Stromquelle. Die von Vop ausgehenden Linien symbolisieren die elektrischen Zuleitungen zu den Elektroden.

15

20

25

30

35

Liste der Bedeutung der Bezugszeichen der Abbildungen:

- 1 : Oberfläche des ersten Substrats,
- 5 1' : Oberfläche des 2. Substrats,
- 2 : Steuerschicht,
- 10 3 : Leitfähige Schicht der Elektrodenstruktur, die mit dem 1. Potential beaufschlagt werden kann,
- 4 : Leitfähige Schicht der Elektrodenstruktur, die mit dem 2. Potential beaufschlagt werden kann,
- 15 Vop : Spannungs-, Ladungs- bzw. Stromquelle

20

25

30

35

Patentansprüche

1. Elektrooptisches Lichtsteuerelement umfassend
- 5 - ein Substrat oder mehrere Substrate,
 - eine Elektrodenanordnung,
 - mindestens ein Element oder mehrere Elemente zur
 Polarisation des Lichts und
 - ein Steuermedium,
- 10 dadurch gekennzeichnet, dass
- das Lichtsteuerelement bei einer Temperatur betrieben wird, bei
 der das Steuermedium im nicht angesteuerten Zustand in einer
 optisch isotropen Phase vorliegt und dass
- 15 - die Elektrodenanordnung ein elektrisches Feld mit einer
 signifikanten Komponente parallel zur Fläche des mesogenen
 Steuermediums erzeugen kann und dass
- das mesogene Steuermedium mindestens eine der folgenden
 folgende Bedingungen (a) und (f) erfüllt und für den Fall, dass
 es von diesen beiden Bedingungen (a) und (f) nur die
- 20 Bedingung (a) erfüllt zusätzlich mindestens eine der folgenden
 Bedingungen (b) und (c) und im Fall, dass es von den
 Bedingungen (b) und (c) nur die Bedingung (c) erfüllt,
 mindestens eine der beiden weiteren folgenden Bedingungen
 (d) und (e) erfüllt und im Fall, dass es die Bedingung (f) erfüllt
- 25 optional zusätzlich die Bedingung (g) erfüllt
- (a) das Steuermedium weist bei steigender Temperatur
 einen Übergang von der nematischen Phase oder von der
 cholesterischen Phase in die isotrope Phase ($T(N,I)$ bzw.
 $T(N^*,I)$) auf und die dielektrische Suszeptibilität des
- 30 Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb
 des Klärpunkts beträgt 25 oder mehr,
- (b) die Klärenthalpie des Steuermediums beträgt
 0,78 J/g oder weniger oder
- (c) die Klärenthalpie des Steuermediums beträgt
- 35 1,50 J/g oder weniger und

- (d) die dielektrische Suszeptibilität des Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb des Klärpunkts beträgt 27 oder mehr, mit der Maßgabe, dass Lichtsteuerelemente enthaltend Steuermedien, die 8%, 10% oder 12% der Verbindung UVZG-3-N enthalten ausgeschlossen sind oder
- (e) die dielektrische Suszeptibilität des Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb des Klärpunkts beträgt 35,5 oder mehr mit der Maßgabe, dass Lichtsteuerelemente enthaltend Steuermedien mit einer der beiden folgenden Zusammensetzungen 1 und 2

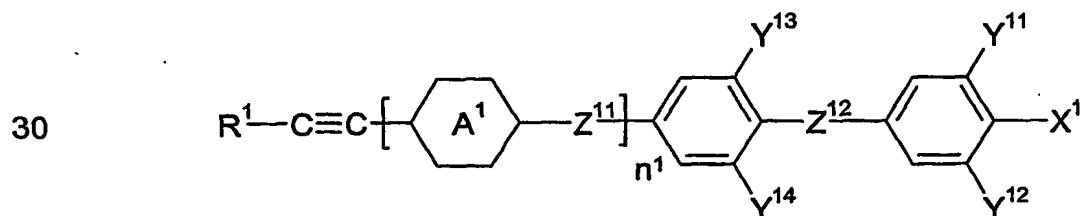
Zusammensetzung 1			Zusammensetzung 2		
Verbindung		Konz.	Verbindung		Konz.
#	Abkürzung	/ %	#	Abkürzung	/ %
1	UZU-3A-N	12,0	1	UM-3-N	10,0
2	UZU-5A-N	12,0	2	PYP-3N.F.F	15,0
3	GZU-3A-N	12,0	3	UZU-3A-N	12,0
4	GZU-4A-N	11,0	4	GZU-3A-N	12,0
5	GZU-4O-N	10,0	5	GZU-4-N	1,0
6	UVZG-3-N	10,0	6	GZU-4O-N	10,0
7	CUZU-2-N	10,0	7	UVZG-3-N	10,0
8	CUZU-3-N	10,0	8	CUZU-2-N	10,0
9	CUZU-4-N	10,0	9	CUZU-3-N	10,0
10	HP-5N.F	3,0	10	HP-3N.F	10,0

ausgeschlossen sind, wobei die Abkürzungen für die Verbindungen die im Text der Anmeldung gegebene Bedeutung haben,

- (g) das Steuermedium weist bei steigender Temperatur bei einer Temperatur $T(N^*, BP)$ einen Übergang von der cholesterischen Phase (Ch, hier chirale nematische Phase N^* genannt,) in eine Blaue Phase (BP) auf und
- (h) die dielektrische Suszeptibilität des Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb dieser Übergangstemperatur ($T(N^*, BP)$) beträgt 25 oder mehr.

2. Lichtsteuerelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

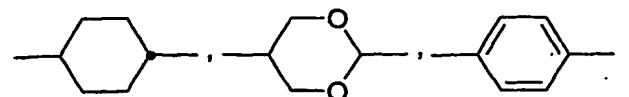
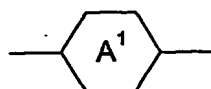
- die Klärenthalpie des mesogenen Steuermediums 1,10 J/g oder weniger beträgt.
3. Lichtsteuerelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass
- 5 - die Klärenthalpie des mesogenen Steuermediums 0,70 J/g oder weniger beträgt.
4. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass
- 10 - die dielektrische Suszeptibilität des Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb des Klärpunkts bzw. der Übergangstemperatur ($T(N^*,BP)$) 40 oder mehr beträgt.
5. Lichtsteuerelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
- 15 - die dielektrische Suszeptibilität des Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb des Klärpunkts bzw. der Übergangstemperatur ($T(N^*,BP)$) 55 oder mehr beträgt.
6. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
- 20 - die optische Anisotropie bei einer Temperatur von 4 Grad unterhalb des Klärpunkts bzw. der Übergangstemperatur ($T(N^*,BP)$) 0,080 oder mehr beträgt.
7. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das mesogene Steuermedium eine oder mehrere Verbindungen der Formel I enthält,
- 25



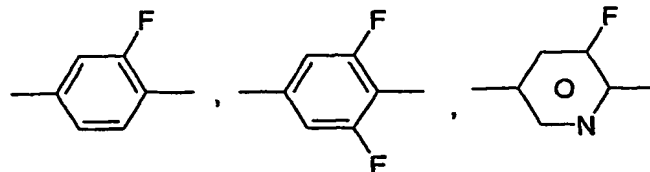
35 worin

R^1 Alkyl mit 1 bis 7 C-Atomen oder Oxaalkyl mit 2 bis 7 C-Atomen,

5



10



15

Z^{11} und Z^{12} jeweils voneinander unabhängig, eine Einfachbindung, -CO-O-, trans -CH=CH-, -CH=CF-, -CF=CH-, -CF=CF-, -CH=CH-CO-O-, -CF=CF-CO-O-, -CF=CH-CO-O-, -CH=CF-CO-O-, -CF₂-O-, -O-CF₂- oder -C≡C- oder eine Kombination von zwei oder mehreren dieser Gruppen,

20

X^1 F, Cl, NO₂, -OCF₃, -CF₃, -OCF₂H, Cl, CN, -C≡C-CN oder NCS,

25

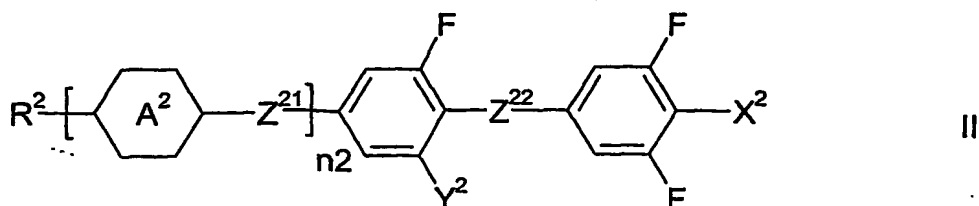
Y^{11} , Y^{12} , Y^{13} und Y^{14} , jeweils unabhängig voneinander, H oder F und

n^1 0 oder 1 bedeuten.

30

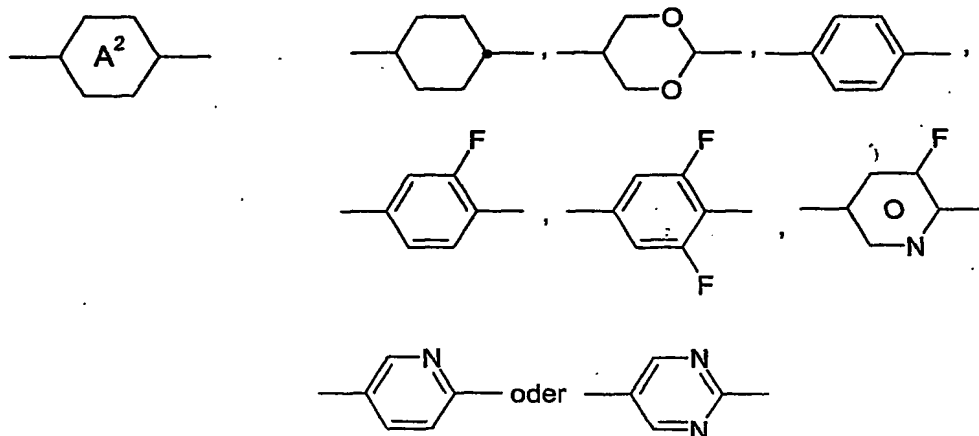
8. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das mesogene Steuermedium eine oder mehrere Verbindungen der Formel II enthält,

35



worin

R^2 Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 7 C-Atomen, Alkenyl,
Alkenyloxy oder Oxaalkyl mit 2 bis 7 C-Atomen,



Z^{21} und Z^{22} jeweils voneinander unabhängig, eine Einfachbindung
-CO-O-, trans -CH=CH-, -CH=CF-, -CF=CH-, -CF=CF-,
-CH=CF-CO-O-, -CF₂-O-, -O-CF₂- oder -C≡C- oder eine
Kombination von zwei oder mehreren dieser Gruppen,

X^2 F, Cl, NO₂, -OCF₃, -CF₃, -OCF₂H, Cl, CN, -C≡C-CN oder
NCS,

Y^2 H oder F und

n^2 0 oder 1 bedeuten.

- 5
9. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Medium neben den Verbindungen der Formeln I und/oder II eine oder mehrere weitere mesogene Verbindungen enthält.
- 10
10. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das mesogene Steuermedium
- 5% bis 80 einer oder mehrerer Verbindungen der Formel I und/oder
 - 5% bis 95% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II und/oder
 - 0% bis 30% einer oder mehrerer weiterer mesogenen Verbindungen enthält.
- 15
11. Elektrooptische Anzeige enthaltend ein oder mehrere Lichtsteuerelemente nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10.
- 20
12. Elektrooptische Anzeige nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeige mittels einer aktiven Matrix angesteuert wird.
- 25
13. Elektrooptisches Anzeigesystem enthaltend eine oder mehrere elektrooptische Anzeigen nach mindestens einem der Ansprüche 11 und 12.
- 30
14. Elektrooptisches Anzeigesystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass es als Fernsehbildschirm, als Computermonitor oder als beides verwendet werden kann.
15. Verwendung eines Lichtsteuerelements nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, zur Darstellung von Information.
- 35
16. Verwendung einer elektrooptischen Anzeige nach mindestens einem der Ansprüche 11 und 12, in einem elektrooptischen Anzeigesystem.

17. Verwendung eines elektrooptischen Anzeigesystems nach mindestens einem der Ansprüche 13 und 14, zur Darstellung von Videosignalen oder von digitalen Signalen.

5 18. Medium dadurch gekennzeichnet, dass es die folgende Bedingung (a) und mindestens eine der beiden weiteren folgenden Bedingungen (b) und (c) erfüllt

- 10 - (a) das Medium weist bei steigender Temperatur einen Übergang von der nematischen Phase oder von der cholesterischen Phase in die isotrope Phase ($T(N,I)$ bzw. $T(N^*,I)$) und auf die Klärenthalpie des Mediums beträgt 1,50 J/g oder weniger und
- 15 - (b) die dielektrische Suszeptibilität des Mediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb des Klärpunkts beträgt 27 oder mehr, mit der Maßgabe, dass Medien, die 8%, 10% oder 12% der Verbindung UVZG-3-N enthalten ausgeschlossen sind oder
- 20 - (c) die dielektrische Suszeptibilität des Mediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb des Klärpunkts beträgt 35,5 oder mehr, mit der Maßgabe, dass Medien mit einer der beiden folgenden Zusammensetzungen 1 und 2

Zusammensetzung 1			Zusammensetzung 2		
Verbindung #	Abkürzung	Konz. / %	Verbindung #	Abkürzung	Konz. / %
1	UZU-3A-N	12,0	1	UM-3-N	10,0
2	UZU-5A-N	12,0	2	PYP-3N.F.F	15,0
3	GZU-3A-N	12,0	3	UZU-3A-N	12,0
4	GZU-4A-N	11,0	4	GZU-3A-N	12,0
5	GZU-4O-N	10,0	5	GZU-4-N	1,0
6	UVZG-3-N	10,0	6	GZU-4O-N	10,0
7	CUZU-2-N	10,0	7	UVZG-3-N	10,0
8	CUZU-3-N	10,0	8	CUZU-2-N	10,0
9	CUZU-4-N	10,0	9	CUZU-3-N	10,0
10	HP-5N.F	3,0	10	HP-3N.F	10,0

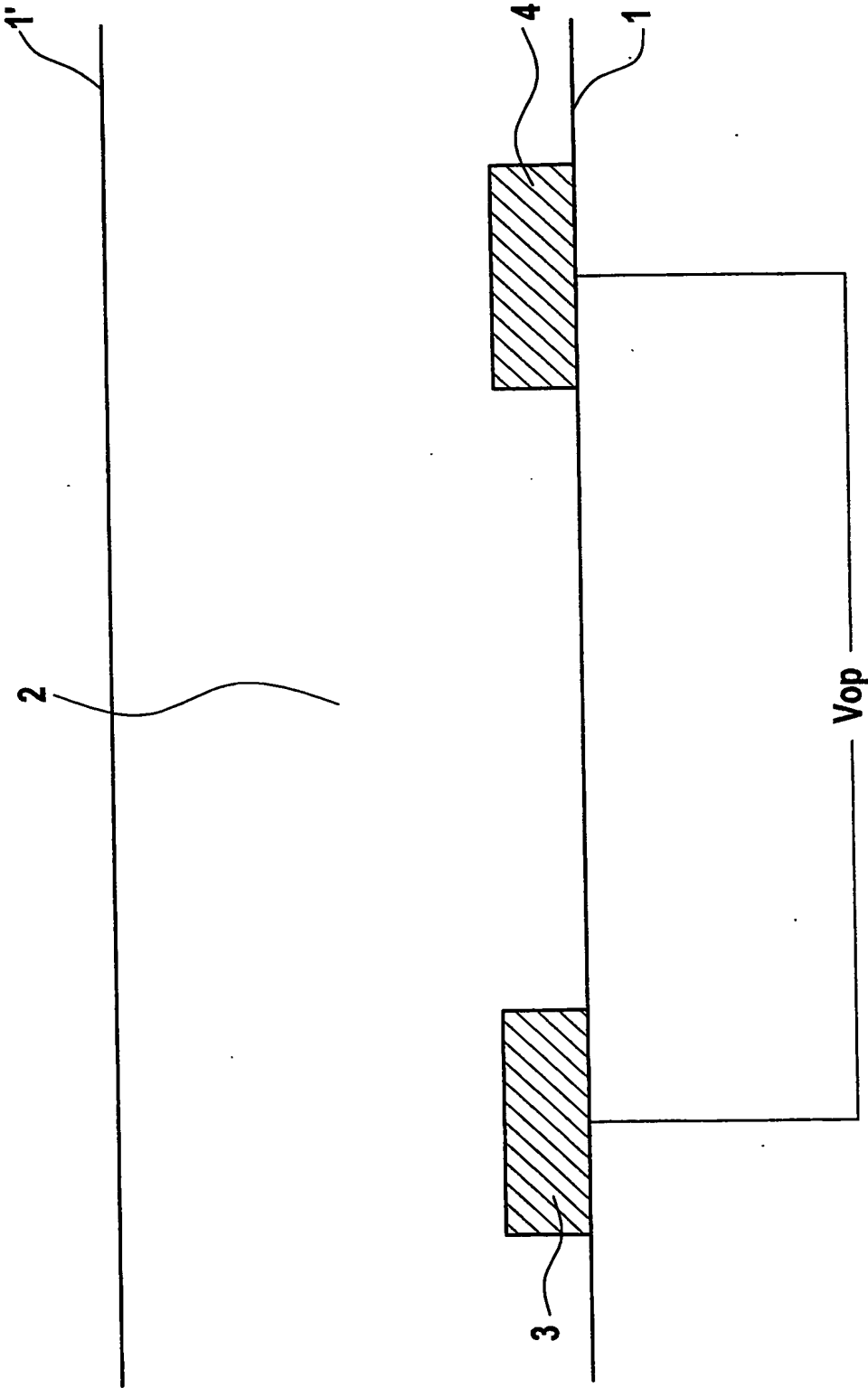
35 ausgeschlossen sind, wobei die Abkürzungen für die Verbindungen die in der Anmeldung Text gegebene Bedeutung haben

oder, dass das Medium die Bedingung (d) erfüllt

- (d) das Steuermedium weist bei steigender Temperatur bei einer Temperatur $T(N^*, BP)$ einen Übergang von der cholesterischen Phase in eine Blaue Phase (BP) auf und dass optional die dielektrische Suszeptibilität des Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb dieser Übergangstemperatur 25 oder mehr beträgt.
- 5
- 10
19. Medium nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Klärenthalpie von 1,00 J/g oder weniger aufweist.
20. Medium nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Klärenthalpie von 0,80 J/g oder weniger aufweist.
- 15
21. Medium nach mindestens einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die dielektrische Suszeptibilität des Mediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb des Klärpunkts bzw. der Umwandlungstemperatur 40 oder mehr beträgt.
- 20
22. Medium nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die dielektrische Suszeptibilität des Mediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb des Klärpunkts bzw. der Umwandlungstemperatur 55 oder mehr beträgt.
- 25
23. Medium nach mindestens einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass es einen Klärpunkt bzw. eine Umwandlungstemperatur im Bereich von -30°C bis 80°C aufweist.
- 30
24. Medium nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass es einen Klärpunkt bzw. eine Umwandlungstemperatur im Bereich von 0°C bis 45°C aufweist.
- 35
25. Medium nach mindestens einem der Ansprüche 18 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Anisotropie des Mediums bei einer Temperatur von 4 Grad unterhalb des Klärpunkts bzw. der Umwandlungstemperatur 0,080 oder mehr beträgt.

- 5
26. Medium nach mindestens einem der Ansprüche 18 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass es eine oder mehrere Verbindungen der Formel I, wie in Anspruch 7 gegeben, enthält.
27. Medium nach mindestens einem der Ansprüche 18 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass es eine oder mehrere Verbindungen der Formel II, wie in Anspruch 7 gegeben, enthält.
- 10
28. Medium nach mindestens einem der Ansprüche 18 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass es neben den Verbindungen der Formeln I und/oder II eine oder mehrere weitere mesogene Verbindungen enthält.
- 15
29. Medium nach mindestens einem der Ansprüche 18 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Medium
- 5% bis 80 einer oder mehrerer Verbindungen der Formel I und/oder
 - 5% bis 95% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II und/oder
 - 0% bis 30% einer oder mehrerer weiterer mesogener Verbindungen enthält.
- 20
- 25
- 30
- 35

Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12327

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C09K19/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C09K G02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	WO 02 093244 A (MERCK PATENT GMBH) 21 November 2002 (2002-11-21) claims; examples 3,4	1-29
A	US 2002/017634 A1 (HECKMEIER MICHAEL ET AL) 14 February 2002 (2002-02-14) claims; examples	1-29
A	US 5 725 799 A (BREMER MATTHIAS ET AL) 10 March 1998 (1998-03-10) claims	1,8-18, 27-29
A	WO 02 44304 A (MERCK PATENT GMBH) 6 June 2002 (2002-06-06) claims; examples	1,7,8,18
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 February 2004

Date of mailing of the international search report

02/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Serbetsoglou, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12327

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01 64814 A (MERCK PATENT GMBH) 7 September 2001 (2001-09-07) claims; examples	1,7,8,18
A	EP 1 142 977 A (MERCK PATENT GMBH) 10 October 2001 (2001-10-10) claims; example 1	1,7,8,18
A	DE 101 51 492 A (MERCK PATENT GMBH) 8 May 2002 (2002-05-08) claims	1,7,18
A	WO 01 58858 A (MERCK PATENT GMBH) 16 August 2001 (2001-08-16) claims	1,7,18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/12327

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 02093244	A	21-11-2002	DE	10217273 A1	05-12-2002
			WO	02093244 A2	21-11-2002
US 2002017634	A1	14-02-2002	DE	10116400 A1	06-12-2001
			JP	2002012867 A	15-01-2002
US 5725799	A	10-03-1998	DE	19541181 A1	15-05-1997
			GB	2306959 A ,B	14-05-1997
			JP	9169702 A	30-06-1997
WO 0244304	A	06-06-2002	AU	1386902 A	11-06-2002
			WO	0244304 A1	06-06-2002
			EP	1337603 A1	27-08-2003
WO 0164814	A	07-09-2001	AU	2365601 A	12-09-2001
			CN	1437647 T	20-08-2003
			DE	10102631 A1	30-08-2001
			WO	0164814 A1	07-09-2001
			EP	1261679 A1	04-12-2002
			JP	2003525474 T	26-08-2003
EP 1142977	A	10-10-2001	EP	1142977 A1	10-10-2001
			DE	60101239 D1	24-12-2003
			JP	2001294862 A	23-10-2001
DE 10151492	A	08-05-2002	DE	10151492 A1	08-05-2002
WO 0158858	A	16-08-2001	AU	2369201 A	20-08-2001
			CN	1433398 T	30-07-2003
			WO	0158858 A1	16-08-2001
			EP	1254107 A1	06-11-2002
			JP	2003522754 T	29-07-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12327

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C09K19/46

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C09K G02F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	WO 02 093244 A (MERCK PATENT GMBH) 21. November 2002 (2002-11-21) Ansprüche; Beispiele 3,4	1-29
A	US 2002/017634 A1 (HECKMEIER MICHAEL ET AL) 14. Februar 2002 (2002-02-14) Ansprüche; Beispiele	1-29
A	US 5 725 799 A (BREMER MATTHIAS ET AL) 10. März 1998 (1998-03-10) Ansprüche	1,8-18, 27-29
A	WO 02 44304 A (MERCK PATENT GMBH) 6. Juni 2002 (2002-06-06) Ansprüche; Beispiele	1,7,8,18
	-/--	

X

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒

Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausser(ü)hrt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

***X** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Februar 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Serbetsoglou, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 01 64814 A (MERCK PATENT GMBH) 7. September 2001 (2001-09-07) Ansprüche; Beispiele	1,7,8,18
A	EP 1 142 977 A (MERCK PATENT GMBH) 10. Oktober 2001 (2001-10-10) Ansprüche; Beispiel 1	1,7,8,18
A	DE 101 51 492 A (MERCK PATENT GMBH) 8. Mai 2002 (2002-05-08) Ansprüche	1,7,18
A	WO 01 58858 A (MERCK PATENT GMBH) 16. August 2001 (2001-08-16) Ansprüche	1,7,18

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12327

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 02093244 A	21-11-2002	DE 10217273 A1 WO 02093244 A2	05-12-2002 21-11-2002
US 2002017634 A1	14-02-2002	DE 10116400 A1 JP 2002012867 A	06-12-2001 15-01-2002
US 5725799 A	10-03-1998	DE 19541181 A1 GB 2306959 A ,B JP 9169702 A	15-05-1997 14-05-1997 30-06-1997
WO 0244304 A	06-06-2002	AU 1386902 A WO 0244304 A1 EP 1337603 A1	11-06-2002 06-06-2002 27-08-2003
WO 0164814 A	07-09-2001	AU 2365601 A CN 1437647 T DE 10102631 A1 WO 0164814 A1 EP 1261679 A1 JP 2003525474 T	12-09-2001 20-08-2003 30-08-2001 07-09-2001 04-12-2002 26-08-2003
EP 1142977 A	10-10-2001	EP 1142977 A1 DE 60101239 D1 JP 2001294862 A	10-10-2001 24-12-2003 23-10-2001
DE 10151492 A	08-05-2002	DE 10151492 A1	08-05-2002
WO 0158858 A	16-08-2001	AU 2369201 A CN 1433398 T WO 0158858 A1 EP 1254107 A1 JP 2003522754 T	20-08-2001 30-07-2003 16-08-2001 06-11-2002 29-07-2003